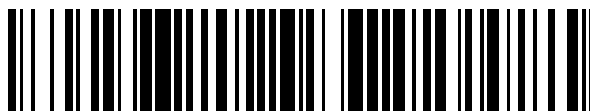


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 695**

51 Int. Cl.:

F02N 11/08 (2006.01)

F02N 11/04 (2006.01)

F02N 19/00 (2010.01)

F02D 41/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2014** **PCT/JP2014/083592**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015** **WO15093575**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2014** **E 14871975 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018** **EP 3051118**

54 Título: **Unidad de motor y vehículo**

30 Prioridad:

20.12.2013 JP 2013263306

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.11.2018

73 Titular/es:

YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA
(100.0%)

2500 Shingai
Iwata-shi, Shizuoka 438-8501, JP

72 Inventor/es:

NISHIKAWA, TAKAHIRO y
HINO, HARUYOSHI

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 689 695 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).

Unidad de motor y vehículo

DESCRIPCIÓN

5 La presente invención se refiere a una unidad de motor que incluye un cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que una región de carga alta y una región de carga baja ocurren durante cuatro tiempos, y además se refiere a un vehículo equipado con la unidad de motor.

Técnica anterior

10 Los tipos de motores montados en vehículos incluyen un motor de cuatro tiempos (por ejemplo, un motor de único cilindro) que tiene, durante cuatro tiempos, una región de carga alta en la que se utiliza una carga alta para la rotación de un cigüeñal del motor, y una región de carga baja en la que se utiliza una carga baja para la rotación del cigüeñal. Tal motor de cuatro tiempos requiere que un motor de arranque genere un par de alta salida para permitir
15 la rotación del cigüeñal para superar la región de carga alta en el momento en el que se arranca el motor. Para obtener un par de alta salida desde el motor de arranque, sin embargo, el tamaño del motor de arranque debe aumentarse. Esto conlleva un deterioro en la capacidad de montaje de la unidad de motor en un vehículo. La mejora en la capacidad de montaje de la unidad de motor en un vehículo se ha demandado.

20 La Bibliografía de patente 1 (PTL1) divulga un arranque de motor que inicia un motor accionando un cigüeñal una vez está en rotación inversa, parando así el cigüeñal y después accionando el cigüeñal en rotación delantera. El motor, que se inicia por el arranque de motor como se muestra en la Bibliografía de patente 1, detiene la combustión si se recibe una instrucción de parada de combustión durante su operación. Tras detener la combustión, el cigüeñal realiza una rotación libre de cuatro a ocho veces. Si el cigüeñal ya no puede superar el máximo de una carga provocada por una fuerza de reacción de compresión en el tiempo de compresión, el cigüeñal gira en rotación
25 inversa debido a la fuerza de reacción de compresión y luego se detiene.

El arranque de motor de la Bibliografía de patente 1 se configura para, tras detener la rotación del cigüeñal, accionar el cigüeñal en rotación inversa hasta una posición en la que ocurre un incremento de carga, es decir, hasta un
30 tiempo de expansión, y luego detiene el cigüeñal. Posteriormente, el arranque de motor provoca la supervisión de un motor es una dirección de rotación delantera, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera. Ya que el arranque de motor ha accionado el cigüeñal en rotación inversa hasta el tiempo de expansión, la rotación delantera del cigüeñal se hace sustancialmente sobre toda la región de carga baja que se extiende desde el tiempo de expansión hasta el tiempo de compresión antes de que el cigüeñal alcance la región de carga alta por primera vez. Esto
35 permite que el arranque de motor aumente la velocidad de rotación del cigüeñal antes de que el cigüeñal alcance la región de carga alta por primera vez. Por tanto, tanto una fuerza de gran inercia generada por tal alta velocidad de rotación como un par de salida del motor de arranque pueden usarse para superar la región de carga alta encontrada por primera vez. Como resultado, el motor puede tener un par de salida suprimido, y por tanto se permite reducir el tamaño del motor de arranque.

40 Por consiguiente, el arranque de motor puede lograr una capacidad de montaje mejorada en el vehículo. De este modo, tal y como se describe adicionalmente, el arranque de motor divulgado en la Bibliografía de patente 1 pretende lograr una capacidad de montaje mejorada en el vehículo usando tanto la fuerza de inercia generada por la alta velocidad de rotación como el par de salida del motor para superar la región de carga alta encontrada por primera vez. La PTL2 divulga una unidad de motor montable en un vehículo, en el que la unidad de motor
45 comprende un cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que una región de carga alta y una región de carga baja ocurren durante cuatro tiempos, la región de carga alta teniendo una carga alta en la rotación de un cigüeñal, teniendo la región de carga baja una carga en la rotación del cigüeñal menor que la de la región de carga alta. También comprende un dispositivo de control que incluye un controlador de motor de arranque y un controlador de combustión, configurándose el controlador de motor de arranque para controlar la tensión aplicada desde la batería al motor de arranque, configurándose el controlador de combustión para controlar una operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos, y el dispositivo de control se configura para realizar tal operación que, después de que se haya detenido la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos, el dispositivo de control controla la tensión aplicada desde la batería al motor controlando partes de conmutación en un estado donde una instrucción de inicio no se recibe mientras la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos se
50 detiene, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera a un tiempo de compresión incluido en los cuatro tiempos y luego detener el cigüeñal en el tiempo de compresión. Tras recibir la instrucción de inicio tras detenerse la rotación delantera del cigüeñal provocada bajo el control de la tensión aplicada al motor en el tiempo de compresión, este dispositivo de control controla la tensión aplicada desde la batería al motor, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera desde una posición donde el cigüeñal se ubica en un punto temporal cuando se recibe la instrucción de inicio.
60

Lista de referencias

Bibliografía de patentes

PTL1: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2003-343404

PTL2: Documento US 2013/247871 A1

5 Sumario de la invención Problema técnico

El arranque de motor de la Bibliografía de patente 1 acciona el cigüeñal en rotación inversa hasta un tiempo de expansión tras detenerse la combustión del motor y detenerse la rotación en punto muerto del cigüeñal. Entonces, el arranque de motor inicia el motor. Los arranques de motor de la técnica anterior implican un problema en que un tiempo prolongado puede requerirse para el reinicio tras recibir una instrucción de parada de combustión.

Una unidad de motor que incluye un cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que una región de carga alta y una región de carga baja ocurren durante cuatro tiempos se ha deseado para lograr una capacidad de montaje en el vehículo y acortar la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras una instrucción de parada de combustión.

Un objeto de la presente invención es proporcionar: una unidad de motor que incluye un cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que una región de carga alta y una región de carga baja ocurren durante cuatro tiempos, logrando la unidad de motor una capacidad de montaje en el vehículo y acortando la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras una instrucción de parada de combustión; y un vehículo equipado con tal unidad de motor.

Solución al problema

Para resolver los problemas mencionados anteriormente, la presente invención adopta las siguientes configuraciones.

1) Una unidad de motor montada en un vehículo, incluyendo la unidad de motor:

un cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que una región de carga alta y una región de carga baja ocurren durante cuatro tiempos, la región de carga alta teniendo una carga alta en la rotación de un cigüeñal, teniendo la región de carga baja una carga en la rotación del cigüeñal menor que la de la región de carga alta;

un motor sin escobillas de tres fases que inicia el cuerpo del motor de cuatro tiempos accionando el cigüeñal en rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio, el motor sin escobillas de tres fases accionándose por una batería proporcionada en el vehículo;

un inversor que incluye una pluralidad de partes de conmutación por el que una tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases se controla; y

un dispositivo de control que incluye un controlador de motor de arranque y un controlador de combustión, controlando el controlador de motor de arranque la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases controlando la pluralidad de partes de conmutación incluidas en el inversor, controlando el controlador de combustión una operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos, realizando el dispositivo de control tal operación que:

tras detenerse la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y la rotación delantera del cigüeñal, el dispositivo de control controla la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases controlando la pluralidad de partes de conmutación del inversor en un estado donde la instrucción de inicio no se recibe mientras la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y la rotación delantera del cigüeñal se detienen, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera desde una posición detenida a un tiempo de compresión incluido en los cuatro tiempos y luego detener el cigüeñal en el tiempo de compresión; y

tras recibir la instrucción de inicio tras detenerse la rotación delantera del cigüeñal provocada bajo el control de la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases en el tiempo de compresión, el dispositivo de control controla la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera desde una posición donde el cigüeñal se ubica en un punto temporal cuando se recibe la instrucción de inicio.

En la unidad de motor de (1), tras detenerse la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y la rotación delantera del cigüeñal, el dispositivo de control controla la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases controlando la pluralidad de partes de conmutación del inversor, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera hasta el tiempo de compresión incluido en los cuatro tiempos durante los que ocurren la región de carga alta y la región de carga baja y luego parar el cigüeñal en el tiempo de compresión. Posteriormente, tras recibir la instrucción de inicio tras detenerse la rotación delantera del cigüeñal provocada bajo el control de la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases en el tiempo de compresión, el dispositivo de control controla la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera desde la posición donde el cigüeñal se ubica en el punto temporal

cuando se recibe la instrucción de inicio. Por consiguiente, la rotación delantera del cigüeñal se inicia desde el tiempo de compresión en respuesta a la recepción de la instrucción de inicio. Esto permite que la rotación delantera del cigüeñal se inicie en una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos se inicie fácilmente incluso cuando un par de salida del motor es bajo. Para ser específico, el cigüeñal, que ha iniciado la rotación en respuesta a la recepción de la instrucción de inicio, aumenta gradualmente la velocidad desde el estado detenido. Después de que el cigüeñal inicie la rotación delantera desde el tiempo de compresión, el cigüeñal pasa por el tiempo de compresión a una velocidad baja. Ya que el cigüeñal pasa por el tiempo de compresión a una velocidad baja, es menos probable que el cigüeñal esté afectado por una fuerza de reacción de compresión de gas en la cámara de combustión. Esto permite que el cigüeñal supere rápidamente una carga de la región de carga alta en el tiempo de compresión. Tras pasar por el tiempo de compresión, el cigüeñal se acciona en rotación delantera sobre la región de carga baja que es una región amplia que se extiende desde el tiempo de expansión al tiempo de compresión, hasta alcanzar la región de carga alta por segunda vez. Es decir, una zona previa larga se asegura para la aceleración. Por tanto, el motor sin escobillas de tres fases puede aumentar la velocidad de rotación del cigüeñal antes de que el cigüeñal alcance la región de carga alta por segunda vez. Por tanto, tanto una fuerza de gran inercia generada por la alta velocidad de rotación como un par de salida del motor sin escobillas de tres fases pueden usarse para superar la región de carga alta encontrada por segunda vez. Esto hace fácil iniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos, incluso cuando el par de salida del motor es bajo. Por consiguiente, la supresión del par de salida del motor se permite, y por tanto la reducción de tamaño del motor sin escobillas de tres fases se permite.

Después de que se haya detenido la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos, la rotación delantera del cigüeñal es probable que se detenga en el tiempo de compresión o cerca del tiempo de compresión. En la unidad de motor de (1), tras detenerse la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y la rotación delantera del cigüeñal, la pluralidad de partes de conmutación del inversor se controlan por lo que la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases se controla, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera hasta el tiempo de compresión incluido en los cuatro tiempos durante los que ocurren la región de carga alta y la región de carga baja. Por consiguiente, en la unidad de motor de (1), en comparación con accionar el cigüeñal en rotación inversa hasta el tiempo de expansión, un tiempo más corto es necesario para mover el cigüeñal a una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos se inicie fácilmente con un par de salida bajo.

En la configuración de (1), tras detenerse la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y la rotación delantera del cigüeñal, la pluralidad de partes de conmutación del inversor se controlan por lo que la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases se controla, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera hasta el tiempo de compresión incluido en los cuatro tiempos durante los que ocurren la región de carga alta y la región de carga baja. Accionar el cigüeñal en rotación delantera controlando la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases hace que sea más fácil controlar un movimiento del cigüeñal a una posición objetivo en comparación con, por ejemplo, accionar el cigüeñal en rotación delantera usando una fuerza de inercia proporcionada desde la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos. El cigüeñal puede por tanto moverse en poco tiempo a una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos se inicie fácilmente con un par de salida bajo. Por consiguiente, la unidad de motor de (1) que incluye el cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que la región de carga alta y la región de carga baja ocurren durante los cuatro tiempos puede lograr una capacidad de montaje en el vehículo y acortar la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras una instrucción de parada de combustión.

(2) La unidad de motor de acuerdo con (1), en la que el cuerpo del motor de cuatro tiempos incluye una cámara de combustión y un dispositivo de descompresión que alivia la presión en la cámara de combustión durante el tiempo de compresión, el dispositivo de descompresión se activa durante al menos parte de un periodo de tiempo en el que el dispositivo de control acciona el cigüeñal en rotación delantera controlando la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases.

En la configuración de (2), el dispositivo de descompresión se activa durante al menos parte del periodo de tiempo en el que el dispositivo de control acciona el cigüeñal en rotación delantera controlando la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases. Ya que el dispositivo de descompresión alivia la presión en la cámara de combustión durante el tiempo de compresión, una carga en la rotación del cigüeñal se reduce. Por tanto, incluso si el par de salida del motor sin escobillas de tres fases es menor adicionalmente, la carga de la región de carga alta puede superarse rápidamente. Por consiguiente, la unidad de motor de (2) que incluye el cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que la región de carga alta y la región de carga baja ocurren durante los cuatro tiempos puede lograr una capacidad de montaje mejorada en el vehículo y acortar la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión.

(3) La unidad de motor de acuerdo con (1) o (2), en la que el motor sin escobillas de tres fases incluye un estátor y un rotor, incluyendo el estátor una pluralidad de dientes dispuestos en una dirección circunferencial y bobinados enrollado cada uno en cada uno de la pluralidad de dientes, estando dispuesto el rotor opuesto al estátor, rotando el rotor junto con el cigüeñal, incluyendo el rotor caras de polo magnético, el número de las caras de polo magnético siendo más de 2/3 del número de la pluralidad de dientes, el dispositivo de control controla la tensión aplicada desde la batería a cada uno de la pluralidad de bobinados del motor sin escobillas de tres fases controlando la pluralidad de partes de conmutación del inversor, para

accionar el cigüeñal en la rotación delantera.

El dispositivo de control de(3) controla la tensión aplicada desde la batería al bobinado del motor sin escobillas de tres fases controlando la pluralidad de partes de conmutación del inversor, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera. El número de las caras de polo magnético incluidas en el rotor del motor sin escobillas de tres fases es más de $2/3$ del número de dientes. Cuanto mayor sea el número de las caras de polo magnético, con más frecuencia varía la tensión que se aplica a cada uno de los bobinados del motor sin escobillas de tres fases bajo el control de las partes de conmutación por el dispositivo de control. Por ejemplo, al asumir que una tensión con una forma de onda pulsada se aplica a cada uno de los bobinados del motor sin escobillas de tres fases, la frecuencia de pulsos es alta. Ya que la tensión aplicada a cada uno de los bobinados tiene una frecuencia alta, un par que aplica el motor sin escobillas de tres fases cuando se acciona el cigüeñal en rotación delantera tiene una pulsación de alta frecuencia. El cigüeñal sometido al par con tal pulsación de alta frecuencia puede superar fácilmente la carga de la región de carga alta. Por consiguiente, la unidad de motor de (3) que incluye el cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que la región de carga alta y la región de carga baja ocurren durante los cuatro tiempos puede lograr una capacidad de montaje mejorada en el vehículo y acortar la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión.

(4) La unidad de motor de acuerdo con una cualquiera de (1) a (3), en la que en al menos parte de un intervalo hasta el final del tiempo de compresión, el dispositivo de control controla la pluralidad de partes de conmutación del inversor para provocar la rotación delantera del motor sin escobillas de tres fases con un par inferior a un par máximo obtenible desde la batería.

En la configuración de (4), el par del motor sin escobillas de tres fases se limita, lo que conduce a una disminución en la velocidad de la rotación delantera del cigüeñal. Esto suprime una fuerza de reacción de compresión de gas que ocurre en la cámara de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos junto con la rotación delantera del cigüeñal. Ya que una resistencia a la rotación del cigüeñal, que se provoca por la fuerza de reacción de compresión, se suprime, el cigüeñal puede moverse en un tiempo más corto. En la configuración de (4), por lo tanto, la longitud de tiempo requerido para reiniciarse tras la instrucción de parada de combustión puede acortarse adicionalmente.

Por consiguiente, en la unidad de motor de (4) que incluye el cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que la región de carga alta y la región de carga baja ocurren durante los cuatro tiempos, una capacidad de montaje en el vehículo y el acortamiento de la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión pueden lograrse en un nivel mayor.

(5) La unidad de motor de acuerdo con una cualquiera de (1) a (4), en la que en al menos parte de un intervalo hasta el final del tiempo de compresión, el dispositivo de control acciona el cigüeñal en rotación delantera mientras controla la pluralidad de partes de conmutación del inversor para ajustar la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases como menor que una tensión de la batería.

En la configuración de (5), la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases se ajusta inferior que la tensión de la batería. Como resultado, el par del motor sin escobillas de tres fases se limita, lo que conduce a una disminución en la velocidad de la rotación delantera del cigüeñal. Esto suprime una fuerza de reacción de compresión de gas que ocurre en la cámara de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos junto con la rotación delantera del cigüeñal. Ya que una resistencia a la rotación del cigüeñal, que se provoca por la fuerza de reacción de compresión, se suprime, el cigüeñal puede moverse en un tiempo más corto. En la configuración de (5), por lo tanto, la longitud de tiempo requerido para reiniciarse tras la instrucción de parada de combustión puede acortarse adicionalmente.

Por consiguiente, en la unidad de motor de (5) que incluye el cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que la región de carga alta y la región de carga baja ocurren durante los cuatro tiempos, una capacidad de montaje en el vehículo y el acortamiento de la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión pueden lograrse en un nivel mayor.

(6) La unidad de motor de acuerdo con una cualquiera de (1) a (5), en la que tras recibir la instrucción de inicio en medio del accionamiento del cigüeñal en rotación delantera hasta el tiempo de compresión mientras se controla la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases controlando la pluralidad de partes de conmutación del inversor en un estado donde la instrucción de inicio no se recibe mientras la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y la rotación delantera del cigüeñal se detienen, el dispositivo de control continúa la rotación delantera del cigüeñal más allá del tiempo de compresión sin detener la rotación delantera en el tiempo de compresión, para iniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos.

En la configuración de (6), una fuerza de inercia generada por el cigüeñal que se mueve en rotación delantera hasta el tiempo de compresión en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe se usa para rotar el cigüeñal para reiniciar el cuerpo del motor. Esto puede acortar además la longitud de tiempo requerido para el reinicio.

(7) La unidad de motor de acuerdo con una cualquiera de (1) a (5), en la que si se detiene la rotación delantera del cigüeñal que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos en el tiempo de compresión, el dispositivo de control omite el accionamiento del cigüeñal en rotación delantera en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe.

Una situación donde se detiene la rotación delantera del cigüeñal que ha continuado desde la parada de la

operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos en el tiempo de compresión, significa una situación donde el cigüeñal está en una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos se inicie fácilmente incluso cuando el par de salida del motor es bajo. La configuración de (7) omite la etapa de accionamiento del cigüeñal en rotación delantera en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe, porque la rotación delantera del cigüeñal se detiene en el tiempo de compresión. Esto puede acortar la longitud de tiempo requerido para iniciar la rotación del cigüeñal en respuesta a la recepción de la instrucción de inicio. Por consiguiente, en la configuración de (7), una capacidad de montaje en el vehículo y el acortamiento de la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión pueden lograrse en un nivel mayor.

(8) La unidad de motor de acuerdo con una cualquiera de (1) a (5), en la que en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe mientras se detienen la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y la rotación delantera del cigüeñal, el dispositivo de control se configura para accionar el cigüeñal en la rotación delantera hasta el tiempo de compresión si la posición donde se ha detenido la rotación delantera del cigüeñal que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos está en un primer intervalo incluido en los cuatro tiempos, y accionar el cigüeñal en la rotación inversa si la posición donde se ha detenido la rotación delantera del cigüeñal que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos está en un segundo intervalo incluido en los cuatro tiempos.

En algunos casos, accionar el cigüeñal en rotación inversa en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe lleva menos tiempo para mover el cigüeñal a una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos se inicie fácilmente de lo que lo hace accionar el cigüeñal en rotación delantera. En la configuración de (8), el accionamiento del cigüeñal se conmuta entre la rotación delantera y la rotación inversa en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe, según la posición donde se detiene la rotación delantera del cigüeñal que ha continuado desde la parada de la operación de combustión. Por consiguiente, una capacidad de montaje en el vehículo y el acortamiento de la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión pueden lograrse en un nivel mayor.

(9) La unidad de motor de acuerdo con (8), en la que el primer intervalo se extiende desde un punto de inicio a un punto final en una dirección de rotación delantera, el punto de inicio ubicándose dentro de un intervalo que se extiende desde un centro muerto superior de compresión a un centro muerto superior de escape en la dirección de rotación delantera, el punto final ubicándose dentro del tiempo de compresión, extendiéndose el segundo intervalo desde el centro muerto superior de compresión al punto de inicio del primer intervalo en la dirección de rotación delantera.

En la configuración de (9), el segundo intervalo está más cerca del centro muerto superior de compresión de lo que está el primer intervalo respecto a una dirección de rotación inversa. En la configuración de (9), si la posición donde se detiene la rotación delantera del cigüeñal que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos está en el segundo intervalo, el cigüeñal se acciona en rotación inversa en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe. Esta rotación inversa es capaz de mover el cigüeñal, más rápido de lo que es la rotación delantera, a una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos se inicie fácilmente. Por consiguiente, una capacidad de montaje en el vehículo y el acortamiento de la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión pueden lograrse en un nivel mayor.

(10) La unidad de motor de acuerdo con una cualquiera de (1) a (9), en la que durante un periodo de tiempo predeterminado tras el inicio de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos accionando el cigüeñal en rotación delantera en respuesta a la recepción de la instrucción de inicio, el dispositivo de control controla la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases controlando la pluralidad de partes de conmutación del inversor, para acelerar la rotación delantera del cigüeñal. En la configuración de (10), el motor sin escobillas de tres fases acelera la rotación delantera del cigüeñal durante la combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos. Por tanto, puede estabilizarse la rotación delantera del cigüeñal rotado por la combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos. Además, la rotación delantera del cigüeñal, rotado por la combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos, puede acelerarse más rápidamente, para acelerar el vehículo.

(11) La unidad de motor de acuerdo con una cualquiera de (1) a (10), en la que después de que se haya iniciado el cuerpo del motor de cuatro tiempos, el motor sin escobillas de tres fases rota junto con la rotación del cigüeñal, para funcionar como un generador que genera una corriente para cargar la batería.

En la configuración de (11), el motor sin escobillas de tres fases funciona como un generador para cargar la batería. En un caso de un motor sin escobillas de tres fases que funciona además como un generador, sus bobinados de estátor están bajo restricciones estructurales porque el motor sin escobillas de tres fases tiene que cargar una batería. Por ejemplo, la necesidad de evitar una corriente de carga excesiva conduce a limitar el rendimiento que se ejercería como una función del motor sin escobillas de tres fases. En la configuración de (11), sin embargo, el motor sin escobillas de tres fases alcanza una posición de carga más alta a una velocidad de rotación baja obtenida desde un par de salida limitado, y acelera a través de una zona suficientemente larga antes de alcanzar la posición de carga más alta por segunda vez. Esto permite que una carga de la posición de carga más alta encontrada por segunda vez se supere incluso cuando el rendimiento se limita. Por consiguiente, funcionar como el motor sin escobillas de tres fases tanto como el generador contribuye a lograr una

configuración simple, mientras una capacidad de montaje en el vehículo y el acortamiento de la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión pueden lograrse en un nivel mayor.

(12) Un vehículo que incluye la unidad de motor de acuerdo con una cualquiera de (1) a (11).

- 5 El vehículo de (12) puede lograr una capacidad de montaje de la unidad de motor y acortamiento de la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras una instrucción de parada de combustión.

Efectos ventajosos de la invención

- 10 La presente invención puede proporcionar: una unidad de motor que incluye un cuerpo del motor de cuatro tiempos en el que una región de carga alta y una región de carga baja ocurren durante cuatro tiempos, logrando la unidad de motor una capacidad de montaje en el vehículo y acortando la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras una instrucción de parada de combustión; y un vehículo equipado con tal unidad de motor.

15 Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La figura 1 es una vista en sección transversal que muestra, esquemáticamente, una configuración del diseño de una parte de una unidad de motor de acuerdo con una realización de la presente invención.

- 20 [Fig. 2] La figura 2 es un diagrama ilustrativo que muestra, esquemáticamente, la relación entre una posición del ángulo del cigüeñal y el par requerido en el momento del arranque del motor.

[Fig. 3] La figura 3 es una vista en sección transversal que muestra, en escala aumentada, un motor sin escobillas de tres fases mostrado en la figura 1, y su alrededor.

- 25 [Fig. 4] La figura 4 es una vista en sección transversal que muestra una sección transversal del motor sin escobillas de tres fases mostrado en la figura 3, tomada a lo largo de un plano perpendicular a su eje de rotación J.

[Fig. 5] La figura 5 es un diagrama de bloques que muestra una configuración eléctrica básica de la unidad de motor mostrada en la figura 1.

- 30 [Fig. 6] La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la unidad de motor mostrada en la figura 1.

[Fig. 7] La figura 7(a) ilustra un movimiento de un cigüeñal de la unidad de motor mostrada en la figura 1; y la figura 7(b) muestra un ejemplo comparativo que ilustra un movimiento del cigüeñal en rotación inversa.

- [Fig. 8] La figura 8 es un diagrama ilustrativo que muestra, esquemáticamente, la relación entre una posición del ángulo del cigüeñal y el par requerido.

- 35 [Fig. 9] La figura 9 es un diagrama ilustrativo que muestra, esquemáticamente, la relación entre una posición del ángulo del cigüeñal y el par requerido en una unidad de motor según una segunda realización de la presente invención.

[Fig. 10] La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de una unidad de motor según una tercera realización.

- 40 [Fig. 11] La figura 11 ilustra un movimiento de un cigüeñal de la unidad de motor según la tercera realización.

[Fig. 12] La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de una unidad de motor según una cuarta realización.

- [Fig. 13] La figura 13 es un diagrama de bloques que muestra una configuración eléctrica básica de una unidad de motor según una quinta realización.

- 45 [Fig. 14] La figura 14 es un diagrama que muestra el aspecto externo de un vehículo en el que se monta la unidad de motor.

Descripción de las realizaciones

- 50 Una descripción se proporcionará de estudios que los presentes inventores han realizado sobre rotar un cigüeñal en un estado donde ninguna instrucción de inicio se recibe mientras una operación de combustión de un cuerpo del motor de cuatro tiempos y rotación delantera del cigüeñal se detienen.

- Por ejemplo, como se muestra en la Bibliografía de patente 1, lleva tiempo accionar el cigüeñal en rotación inversa en un estado donde ninguna instrucción de inicio se recibe mientras la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y la rotación delantera del cigüeñal se detienen. Es decir, un tiempo prolongado se requiere para el reinicio tras recibir una instrucción de parada de combustión.

- 60 Ayudar a la rotación del cigüeñal usando un motor en un periodo de tiempo tras detener de operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y antes de detener la rotación delantera del cigüeñal hace difícil asegurar que el cigüeñal se detenga en una región objetivo en la que un tiempo acortado se requiere para el inicio. Esto es porque el cigüeñal cuya rotación está asistida por el motor tras detener la operación de combustión rota no solo por una fuerza determinada desde el motor sino también por una fuerza de inercia dada desde la operación de combustión final. No es fácil que el motor ayude a la rotación del cigüeñal, que rota además por la fuerza de inercia dada desde la operación de combustión final, para asegurar que el cigüeñal se coloca en la región objetivo. Por

ejemplo, una alta carga provocada por una fuerza de reacción de compresión a menudo se usa para detener el cigüeñal rotado por la fuerza de inercia dada desde la operación de combustión final. En tal caso, el cigüeñal realiza la rotación inversa una vez y luego se detiene sin superar el máximo de la carga. Ya que una posición de parada del cigüeñal depende del grado (distancia) de la rotación inversa que se hace sin superar el máximo de la carga, existe una gran variación en la posición de parada del cigüeñal. Es decir, existe una gran variación en la posición desde la que el cigüeñal comenzará la rotación en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio. Por tanto, existe un gran variación en la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras recibir la instrucción de parada de combustión. En algún caso, por lo tanto, se requiere un tiempo largo para el reinicio.

Por otro lado, accionar el cigüeñal en rotación delantera hasta alcanzar un tiempo de compresión controlando una tensión aplicada desde una batería a un motor sin escobillas de tres fases en un estado donde la rotación delantera del cigüeñal se detiene, hace más fácil controlar un movimiento del cigüeñal a la posición objetivo en comparación con accionar el cigüeñal en rotación delantera usando la fuerza de inercia dada desde la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos. El cigüeñal puede por tanto moverse en poco tiempo a una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos se inicie fácilmente. Por consiguiente, tanto acortar la longitud de tiempo requerido para el reinicio como disminuir el tamaño del motor sin escobillas de tres fases se logran en un nivel mayor.

A continuación, la presente invención se describirá en función de las realizaciones preferidas con referencia a los dibujos.

[Primera realización]

La figura 1 es una vista en sección transversal que muestra, esquemáticamente, una configuración del diseño de una parte de una unidad de motor EU de acuerdo con una primera realización de la presente invención. La unidad de motor EU de esta realización es una unidad de motor de cuatro tiempos para su uso en un vehículo.

La unidad de motor EU está instalada en una motocicleta (véase la figura 14), que es un ejemplo de un vehículo. La unidad de motor EU incluye un cuerpo del motor de cuatro tiempos E y un motor sin escobillas de tres fases SG. El cuerpo del motor de cuatro tiempos E es un motor de cuatro tiempos que tiene un solo cilindro. En el cuerpo del motor de cuatro tiempos E, la relación mostrada en la figura 2 se establece entre una posición de ángulo del cigüeñal y un par requerido.

La figura 2 es un diagrama ilustrativo que muestra, esquemáticamente, la relación entre una posición del ángulo del cigüeñal y un par requerido en el momento del arranque del motor.

El cuerpo del motor de cuatro tiempos E incluye, durante cuatro tiempos, una región de carga alta TH en la que se utiliza una carga alta para la rotación de un cigüeñal 5, y una región de carga baja TL en la que se utiliza una carga baja para la rotación del cigüeñal 5, que es menor que la de la región de carga alta TH. Desde el punto de vista del ángulo de rotación del cigüeñal 5, la región de carga baja TL es igual o más ancha que la región de carga alta TH. Para ser específico, la región de carga baja TL es más ancha que la región de carga alta TH. Dicho de otra forma, una región del ángulo de rotación, que se corresponde con la región de carga baja TL, es más ancha que una región del ángulo de rotación que se corresponde con la región de carga alta TH. Con más detalle, durante la rotación, el cuerpo del motor de cuatro tiempos E repite cuatro tiempos, concretamente, un tiempo de admisión, un tiempo de compresión, un tiempo de expansión y un tiempo de escape. El tiempo de compresión se incluye en la región de carga alta TH, y no se incluye en la región de carga baja TL. En el cuerpo del motor de cuatro tiempos E de esta realización, la región de carga alta TH es una región que se superpone sustancialmente al tiempo de compresión, y la región de carga baja TL es una región que se superpone sustancialmente al tiempo de admisión, el tiempo de expansión y el tiempo de escape. No es necesario que el límite de la región de carga alta TH y el límite de la región de carga baja TL coincidan con los límites de los tiempos correspondientes.

Como se muestra en la Fig. 1, la unidad de motor EU incluye el motor sin escobillas de tres fases SG. El motor sin escobillas de tres fases SG es un motor de arranque. En el momento en el que se arranca el motor, el motor sin escobillas de tres fases SG acciona el cigüeñal 5 en la rotación delantera para arrancar el cuerpo del motor de cuatro tiempos E. Al menos durante una parte del período de tiempo tras el arranque del cuerpo del motor de cuatro tiempos E, el motor sin escobillas de tres fases SG se acciona en la rotación delantera por el cigüeñal 5, para que funcione como un generador. Aunque el motor sin escobillas de tres fases SG funciona como un generador, no es indispensable que el motor sin escobillas de tres fases SG funcione como un generador todo el tiempo después de iniciar la combustión del motor. En un ejemplo aceptable, el motor sin escobillas de tres fases SG no funciona inmediatamente como generador después de que se haya iniciado la combustión del motor, y el motor sin escobillas de tres fases SG funciona como generador cuando se cumple una condición predeterminada. Entre los ejemplos de condición determinada se incluyen una condición de que la velocidad de rotación del motor alcance una velocidad predeterminada o una condición de que transcurra un período de tiempo predeterminado tras comenzar la combustión del motor. Puede ser aceptable que un periodo en el que el motor sin escobillas de tres fases SG

funciona como generador y un periodo en el que el motor sin escobillas de tres fases SG funciona como motor (por ejemplo, como un motor de accionamiento de vehículo) estén presentes tras iniciarse la combustión del motor.

El motor sin escobillas de tres fases SG está unido al cigüeñal 5 del cuerpo del motor de cuatro tiempos E. En esta realización, el motor sin escobillas de tres fases SG está unido al cigüeñal 5 sin la interposición de un mecanismo de transmisión de potencia (tal como una correa, una cadena, un engranaje, un reductor de velocidad o un multiplicador de velocidad). En la presente invención, sin embargo, es suficiente con que el motor sin escobillas de tres fases SG esté configurado para que el cigüeñal 5 se accione en la rotación delantera por medio de la rotación delantera del motor sin escobillas de tres fases SG. Por tanto, el motor sin escobillas de tres fases SG puede estar unido al cigüeñal 5 con la interposición de un mecanismo de transmisión de potencia. En la presente invención, es preferible que el eje de rotación del motor sin escobillas de tres fases SG sea sustancialmente coincidente con el eje de rotación del cigüeñal 5. También es preferible que el motor sin escobillas de tres fases SG esté unido al cigüeñal 5 sin la interposición de un mecanismo de transmisión de potencia, como se ilustra en esta realización.

El cuerpo del motor de cuatro tiempos E incluye un cárter 1 (cárter 1 del motor), un cilindro 2, un pistón 3, un vástago de conexión 4 y un cigüeñal 5. El cilindro 2 está dispuesto para sobresalir desde el cárter 1 en una dirección predeterminada (por ejemplo, de manera oblicua hacia arriba). El pistón 3 está dispuesto en el cilindro 2, de modo que el pistón 3 puede moverse libremente hacia delante y hacia atrás. El cigüeñal 5 está dispuesto de manera rotatoria en el cárter 1. Una porción de extremo (por ejemplo, una porción de extremo superior) del vástago de conexión 4 está acoplada al pistón 3. La otra porción de extremo (por ejemplo, una porción de extremo inferior) del vástago de conexión 4 está acoplada al cigüeñal 5. Una culata de cilindro 6 está unida a una porción de extremo (por ejemplo, una porción de extremo superior) del cilindro 2. El cigüeñal 5 está soportado sobre el cárter 1 a través de un par de cojinetes 7 de una manera libremente rotatoria. Una porción de extremo 5a (por ejemplo, una porción de extremo derecha) del cigüeñal 5 sobresale del cárter 1. El motor sin escobillas de tres fases SG está unido a la una porción de extremo 5a del cigüeñal 5.

La otra porción de extremo 5b (por ejemplo, una porción de extremo izquierda) del cigüeñal 5 sobresale del cárter 1. Una polea principal 20 de una transmisión variable continua CVT está unida a la otra porción de extremo 5b del cigüeñal 5. La polea principal 20 incluye una roldana fija 21 y una roldana móvil 22. La roldana fija 21 está fija en una porción de extremo distal de la otra porción de extremo 5b del cigüeñal 5, de manera que la roldana fija 21 rota junto con el cigüeñal 5. La roldana móvil 22 está estriada hasta la otra porción de extremo 5b del cigüeñal 5. Por tanto, la roldana móvil 22 es móvil en una dirección axial X. La roldana móvil 22 está configurada para rotar junto con el cigüeñal 5, variando el intervalo entre la roldana móvil 22 y la roldana fija 21. Una correa B está enrollada en la polea principal 20 y en una polea secundaria (no mostrada). Una fuerza de rotación del cigüeñal 5 se transmite a una rueda de accionamiento de una motocicleta (véase la figura 8).

La figura 3 es una vista en sección transversal que muestra, en escala aumentada, un motor sin escobillas de tres fases SG mostrado en la figura 1, y su alrededor. La figura 4 es una vista en sección transversal que muestra una sección transversal del motor sin escobillas de tres fases SG, tomada a lo largo de un plano perpendicular a su eje de rotación J mostrado en la figura 3.

El motor sin escobillas de tres fases SG incluye un rotor externo 30 y un estátor interno 40. El rotor externo 30 incluye una parte de cuerpo principal 31 del rotor externo. La parte de cuerpo principal 31 del rotor externo está hecha de, por ejemplo, un material ferromagnético. La parte de cuerpo principal 31 del rotor externo tiene forma de cilindro con una base. La parte de cuerpo principal 31 del rotor externo incluye una porción de protuberancia cilíndrica 32, una porción de pared inferior 33 con forma de disco y una porción de apoyo posterior 34 que tiene una forma cilíndrica. La porción de protuberancia cilíndrica 32 está fija al cigüeñal 5 en un estado donde la una porción de extremo 5a del cigüeñal 5 es recibida en la porción de protuberancia cilíndrica 32. La porción de pared inferior 33, que está fija en la porción de protuberancia cilíndrica 32, tiene una forma de disco que se extiende en una dirección radial Y del cigüeñal 5. La porción de apoyo posterior 34 tiene una forma cilíndrica que se extiende desde un borde circunferencial exterior de la porción de pared inferior 33 en la dirección axial X del cigüeñal 5. La porción de apoyo posterior 34 se extiende hacia el cárter 1.

La porción de pared inferior 33 y la porción de apoyo posterior 34 están formadas de manera integral de, por ejemplo, una placa metálica que se estampa. En la presente invención, sin embargo, es aceptable que la porción de pared inferior 33 y la porción de apoyo posterior 34 estén formadas como partes separadas. Más específicamente, en la parte de cuerpo principal 31 del rotor externo, la porción de apoyo posterior 34 puede estar formada de manera integral en otra parte de la parte de cuerpo principal 31 del rotor externo, o puede estar formada como una parte separada de otra parte de la parte de cuerpo principal 31 del rotor externo. En caso de que la porción de apoyo posterior 34 y otra parte estén formadas como partes separadas, una característica esencial que la porción de apoyo posterior 34 esté hecha de un material ferromagnético, y que otra parte esté hecha de un material diferente del material ferromagnético.

La porción de protuberancia cilíndrica 32 tiene un orificio de recepción ahusado 32a para recibir una porción de

extremo 5a del cigüeñal 5. El orificio de recepción ahusado 32a se extiende en la dirección axial X del cigüeñal 5. El orificio de recepción ahusado 32a tiene un ángulo de ahusado que se corresponde con una superficie circunferencial externa de la una porción de extremo 5a del cigüeñal 5. Cuando la una porción de extremo 5a del cigüeñal 5 entra en el orificio de recepción 32a, la superficie circunferencial externa de la una porción de extremo 5a entra en contacto con una superficie circunferencial interna del orificio de recepción 32a, y el cigüeñal 5 está fijo en el orificio de recepción 32a. Como resultado, la posición de la porción de protuberancia 32 está establecida con respecto a la dirección axial X del cigüeñal 5. En esta condición, se enrosca una tuerca 35 sobre una porción roscada macho 5c formada en una porción de extremo distal de la una porción de extremo 5a del cigüeñal 5. De esta manera, la porción de protuberancia cilíndrica 32 está fija al cigüeñal 5.

La porción de protuberancia cilíndrica 32 tiene una porción de gran diámetro 32b que está provista en una porción de extremo proximal (en la figura 3, en el lado derecho) de la porción de protuberancia cilíndrica 32. La porción de protuberancia cilíndrica 32 tiene una porción de brida 32c que está formada sobre una superficie circunferencial externa de la porción de gran diámetro 32b. La porción de brida 32c se extiende radialmente hacia fuera. La porción de gran diámetro 32b de la porción de protuberancia cilíndrica 32 se recibe en un orificio 33a que está formado en una región central de la porción de pared inferior 33 de la parte de cuerpo principal 31 del rotor externo. En esta condición, la porción de brida 32c está en contacto con una superficie periférica externa (una superficie derecha en la figura 3) de la porción de pared inferior 33. La porción de brida 32c de la porción de protuberancia cilíndrica 32 y la porción de pared inferior 33 de la parte de cuerpo principal 31 del rotor externo están fijadas entre sí con remaches 36 en una pluralidad de ubicaciones, con respecto a una dirección circunferencial de la parte de cuerpo principal 31 del rotor externo. Los remaches 36 penetran a través de la porción de brida 32c y de la porción de pared inferior 33.

El motor sin escobillas de tres fases SG es un motor de imán permanente. La porción de apoyo posterior 34 de la parte de cuerpo principal 31 del rotor externo tiene una pluralidad de partes de imán permanente 37 que se proporcionan en una superficie circunferencial interna de la porción de apoyo posterior 34. Cada una de las partes de imán permanente 37 se proporciona de modo que el polo S y el polo N se disponen de un lado a otro con respecto a una dirección radial del motor sin escobillas de tres fases SG.

La pluralidad de partes de imán permanente 37 están dispuestas de manera que el polo N y el polo S aparecen alternativamente con respecto a una dirección circunferencial del motor sin escobillas de tres fases SG. En esta realización, el número de polos magnéticos del rotor externo 30 opuestos al estátor interno 40 es de veinticuatro. El número de polos magnéticos del rotor externo 30 significa el número de polos magnéticos opuestos al estátor interno 40. El número de caras de polos magnéticos de las partes de imán permanente 37 que se oponen a los dientes 43 de un núcleo del estátor ST equivale al número de polos magnéticos del rotor externo 30. Una cara de polo magnético incluida en cada polo magnético del rotor externo 30 corresponde a una cara de polo magnético de la parte de imán permanente 37 que se opone al estátor interno 40. La cara del polo magnético de la parte de imán permanente 37 está cubierta con un material no magnético (no mostrado) que está dispuesto entre la parte de imán permanente 37 y el estátor interno 40. No se dispone ningún material magnético entre la parte de imán permanente 37 y el estátor interno 40. No existe ninguna limitación en particular del material no magnético, y entre los ejemplos del mismo puede incluirse un material de acero inoxidable. En esta realización, la parte de imán permanente 37 es un imán de ferrita. En la presente invención, los imanes que se conocen tradicionalmente y que incluyen imán inyectado de neodimio, imán de samario-cobalto, imán de neodimio y similares, pueden utilizarse para la parte de imán permanente. La forma de la parte de imán permanente 37 no se limita a nada en particular. Puede ser aceptable que el rotor externo 30 sea de un tipo de imán permanente interior (tipo IPM) con las partes de imán permanente 37 incrustadas en un material magnético, pero preferiblemente el rotor externo 30 es de un tipo de imán permanente de superficie (tipo SPM) con las partes de imán permanente 37 expuestas desde un material magnético, como se ilustra en esta realización.

Como se ha descrito anteriormente, el rotor externo 30, que está unido al cigüeñal 5 de modo que es rotatorio junto con el cigüeñal 5, es un elemento rotatorio para aumentar la inercia del cigüeñal 5. Un ventilador de refrigeración F, que incluye una pluralidad de porciones de pala Fa, está provisto en la superficie circunferencial externa (en el lado derecho de las figuras 1 y 3) de la porción de pared inferior 33 del rotor externo 30. El ventilador de refrigeración F está fijado a la superficie periférica externa de la porción de pared inferior 33 por medio de tornillería (una pluralidad de pernos Fb).

El estátor interno 40 incluye un núcleo de estátor ST y bobinados W multifase del estátor. El núcleo del estátor ST se obtiene por medio de, por ejemplo, finas placas de acero de silicio apiladas en la dirección axial. El núcleo del estátor ST tiene, en su región central, un orificio 41 cuyo diámetro interno es mayor que el diámetro externo de la porción de protuberancia cilíndrica 32 del rotor externo 30. El núcleo del estátor ST incluye una pluralidad de dientes 43 que se extienden integralmente en dirección radial hacia fuera (véase la figura 4). En esta realización, en total se disponen dieciocho dientes 43 a intervalos con respecto a la dirección circunferencial. Dicho de otra forma, el núcleo del estátor ST tiene dieciocho ranuras SL en total que se disponen a intervalos con respecto a la dirección circunferencial (véase la figura 4). Los dientes 43 están dispuestos a intervalos sustancialmente iguales con respecto a la dirección circunferencial.

Cada uno de los bobinados W del estátor está enrollado sobre cada uno de los dientes 43. Es decir, los bobinados W multifase del estátor están dispuestos a través de las ranuras SL. Cada uno de los bobinados W multifase del estátor pertenece a cualquiera de una fase U, fase V y fase W. Los bobinados W del estátor están dispuestos en el orden de fase U, fase V y fase W, por ejemplo.

El bobinado W del estátor corresponde a un ejemplo del bobinado de la presente invención. El estátor interno 40 corresponde a un ejemplo del estátor de la presente invención. El rotor externo 30 corresponde a un ejemplo del rotor de la presente invención.

Como se muestra en la Fig. 3, el estátor interno 40 tiene el orificio 41 formado en una región central del estátor interno 40 con respecto a la dirección radial del motor sin escobillas de tres fases SG. El cigüeñal 5 y la porción de protuberancia cilíndrica 32 del rotor externo 30 están dispuestos en el orificio 41, habiendo un hueco asegurado entre los mismos y una superficie de pared (del estátor interno 40) definiendo el orificio 41. El estátor interno 40 en esta condición está unido al cárter 1 del cuerpo del motor de cuatro tiempos E. Los dientes 43 del estátor interno 40 están dispuestos de modo que las porciones de extremo (superficies distales) de los dientes 43 están a intervalos desde las caras de polo magnético (superficies circunferenciales internas) de las partes de imán permanente 37 del rotor externo 30. En este estado, el rotor externo 30 rota junto con la rotación del cigüeñal 5. El rotor externo 30 rota integralmente con el cigüeñal 5. Es decir, la velocidad de rotación del rotor externo 30 es igual a la velocidad de rotación del cigüeñal 5.

Con referencia a la figura 4 se proporcionará otra descripción del rotor externo 30. Las partes de imán permanente 37 se proporcionan por fuera del estátor interno 40 con respecto a la dirección radial del motor sin escobillas de tres fases SG. La porción de apoyo posterior 34 está provista por fuera de las partes de imán permanente 37 con respecto a la dirección radial. Las partes de imán permanente 37 incluyen, en sus superficies opuestas al estátor interno 40, una pluralidad de caras 37a de polo magnético. Las caras 37a de polo magnético se disponen en la dirección circunferencial del motor sin escobillas de tres fases SG. Cada una de las caras 37a de polo magnético tiene un polo N o un polo S. El polo N y el polo S se disponen alternativamente con respecto a la dirección circunferencial del motor sin escobillas de tres fases SG. Las caras 37a de polo magnético de las partes de imán permanente 37 se orientan hacia el estátor interno 40. En esta realización, se dispone una pluralidad de imanes en la dirección circunferencial del motor sin escobillas de tres fases SG, y cada uno de la pluralidad de imanes se dispone con su polo S y su polo N dispuestos de lado a lado en la dirección radial del motor sin escobillas de tres fases SG. Un único polo S y un único polo N, adyacentes entre sí con respecto a la dirección circunferencial, constituyen un par 37p de caras de polo magnético. El número de pares 37p de caras de polo magnético es la mitad del número de caras 37a de polo magnético. En esta realización, el rotor externo 30 está provisto de veinticuatro caras 37a de polo magnético que se oponen al estátor interno 40, y el número de pares 37p de caras de polo magnético incluidos en el rotor externo 30 es de doce. En la figura 4 se muestran doce pares 37p de caras de polo magnético que se corresponden con doce pares de imanes. Para mayor claridad del dibujo, el símbolo de referencia 37p solo se indica en uno de los pares. El número de caras 37a de polo magnético incluidas en el motor sin escobillas de tres fases SG es de más de $2/3$ el número de dientes 43. El número de caras 37a de polo magnético incluidas en el motor sin escobillas de tres fases SG es igual o de más de $4/3$ el número de dientes 43.

El rotor externo 30 incluye, en su superficie exterior, una pluralidad de partes de objeto de detección 38 para detectar la posición de rotación del rotor externo 30. Los efectos magnéticos se usan para detectar la pluralidad de partes de objeto de detección 38. La pluralidad de partes de objeto de detección 38 dispuestas a intervalos respecto a la dirección circunferencial se proporcionan sobre la superficie externa del rotor externo 30. En esta realización, la pluralidad de partes de objeto de detección 38 dispuestas a intervalos respecto a la dirección circunferencial se proporcionan sobre una superficie circunferencial externa del rotor externo 30. La pluralidad de partes de objeto de detección 38 se disponen sobre una superficie circunferencial externa de la porción de apoyo posterior 34 que tiene una forma cilíndrica. Cada una de la pluralidad de partes de objeto de detección 38 sobresale de la superficie circunferencial externa de la porción de apoyo posterior 34, hacia el exterior respecto a la dirección radial Y del motor sin escobillas de tres fases SG. La porción de pared inferior 33, la porción de apoyo posterior 34 y las partes de objeto de detección 38 están formadas de manera integral de, por ejemplo, una placa metálica como una placa de hierro que se estampa. Es decir, las partes de objeto de detección 38 están hechas de material ferromagnético. Más adelante se describirán los detalles de la disposición de las partes de objeto de detección 38.

Un dispositivo de detección de la posición del rotor 50 es un dispositivo que detecta la posición del rotor externo 30. El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 está provisto en una posición que se permite que sea opuesta a la pluralidad de partes de objeto de detección 38. Para ser más específicos, el dispositivo de detección de la posición del rotor 50 está dispuesto en una posición que permite que la pluralidad de partes de objeto de detección 38 se oponga al dispositivo de detección de la posición del rotor 50, una detrás de otra. El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 está opuesto a una trayectoria a través de la que se mueven las partes de objeto de detección 38 junto con la rotación del rotor externo 30. El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 está dispuesto en una posición alejada del estátor interno 40. En esta realización, el dispositivo de detección de la

posición del rotor 50 está dispuesto de modo que la porción de apoyo posterior 34 y las partes de imán permanente 37 del rotor externo 30 se sitúan entre el dispositivo de detección de la posición del rotor 50 y el estátor interno 40, teniendo los bobinados W del estátor con respecto a la dirección radial del cigüeñal 5. El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 se dispone por fuera del rotor externo 30 con respecto a la dirección radial del motor sin escobillas de tres fases SG. El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 se orienta hacia la superficie circunferencial externa del rotor externo 30.

El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 incluye un bobinado con fines de detección 51, un imán con fines de detección 52 y un núcleo 53. El bobinado con fines de detección 51 funciona como una bobina captadora para detectar las partes de objeto de detección 38. El núcleo 53 es un elemento parecido a un vástago que está hecho, por ejemplo, de hierro. El bobinado con fines de detección 51 detecta magnéticamente las partes de objeto de detección 38. Tras iniciar la rotación del cigüeñal 5, el dispositivo de detección de la posición del rotor 50 inicia la detección de la posición de rotación del rotor externo 30. En lugar de la configuración anteriormente descrita, en la que una tensión generada por una fuerza electromotriz varía junto con el paso de las partes de objeto de detección 38, el dispositivo de detección de la posición del rotor 50 también puede adoptar otras configuraciones. Entre los ejemplos de dichas otras configuraciones que puede adoptar el dispositivo de detección de la posición del rotor 50, se incluye una configuración en la que se deja que el bobinado con fines de detección 51 esté constantemente llevando a cabo la conducción, y la corriente que se conduce varía dependiendo de una variación en la inductancia, provocada junto con el paso de las partes de objeto de detección 38. No se coloca ninguna limitación particular en el dispositivo de detección de la posición del rotor 50, y puede incluir un elemento Hall o un elemento MR. La unidad de motor EU de esta realización (véase la figura 1) puede incluir un elemento Hall o un elemento MR.

Haciendo referencia a la Figura 4, se proporcionará una descripción de una disposición de las partes de objeto de detección 38 del rotor externo 30. En esta realización, la pluralidad de partes de objeto de detección 38 se proporcionan sobre la superficie externa del rotor externo 30. La pluralidad de partes de objeto de detección 38 tienen la misma relación posicional con respecto a los pares 37p de caras de polo magnético correspondientes. El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 está provisto en una posición que se permite que sea opuesta a la pluralidad de partes de objeto de detección 38. El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 está provisto en una posición opuesta a cada una de la pluralidad de partes de objeto de detección 38 durante la rotación del rotor externo 30. El número de partes de objeto de detección 38 a las que se opone simultáneamente (a la vez) el dispositivo de detección de la posición del rotor 50 es uno, y no más de uno. En la Fig. 4, las líneas de puntos y rayas indican posiciones determinadas con respecto a la dirección circunferencial, que se definen de antemano. Cada una de las posiciones determinadas es una posición en el par 37p de polos magnéticos que incluye dos polos magnéticos (polo S y polo N), adyacentes entre sí con respecto a la dirección circunferencial. En esta realización, el rotor externo 30 está provisto de once partes de objeto de detección 38, un número menos que el número de posiciones determinadas. Las once partes de objeto de detección 38 están dispuestas en once de las doce posiciones determinadas, respectivamente. La pluralidad de partes de objeto de detección 38 pueden, por ejemplo, formarse como partes separadas de la porción de apoyo posterior 34. La pluralidad de partes de objeto de detección 38 pueden, por ejemplo, formarse como una única parte que incluye una pluralidad de secciones que se magnetizan alternativamente con polos opuestos respecto a la dirección circunferencial.

[Configuración eléctrica]

La figura 5 es un diagrama de bloques que muestra una configuración eléctrica básica de la unidad de motor EU mostrada en la figura 1.

La unidad de motor EU incluye el cuerpo del motor de cuatro tiempos E, el motor sin escobillas de tres fases SG y un dispositivo de control CT. El motor sin escobillas de tres fases SG, una bujía 29 y una batería 14 están conectadas al dispositivo de control CT.

El dispositivo de control CT en combinación con el dispositivo de detección de la posición del rotor 50 y la pluralidad de partes de objeto de detección 38 corresponden a un ejemplo del dispositivo de control de la presente invención.

El dispositivo de control CT está conectado a los bobinados W multifase del estátor y suministra una corriente desde la batería 14, provista en un vehículo, hasta los bobinados W multifase del estátor. El dispositivo de control CT incluye un controlador del motor de arranque 62, un controlador de combustión 63 y una pluralidad de partes de conmutación 611 a 616. En esta realización, el dispositivo de control CT incluye seis partes de conmutación 611 a 616. Las partes de conmutación 611 a 616 constituyen un inversor 61. El inversor 61 es un inversor de puente trifásico. Las partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61 se proporcionan entre la batería 14 y el motor sin escobillas de tres fases SG. Las partes de conmutación 611 a 616 controlan una tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG. La pluralidad de partes de conmutación 611 a 616, que está cada una conectada a cada fase de los bobinados W multifase del estátor, aplican o no aplican selectivamente la tensión desde la batería 14 a los bobinados W multifase del estátor. De esta manera, la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 permiten o bloquean de manera selectiva el paso de corriente entre los bobinados W multifase del estátor

y la batería 14. Más específicamente, cuando el motor sin escobillas de tres fases SG funciona como motor de arranque, la conmutación entre el inicio de la conducción de los bobinados W multifase del estátor y la detención de la conducción se implementa por la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616. Cuando el motor sin escobillas de tres fases SG funciona como generador, la conmutación entre la permisión y el

- 5 bloqueo del paso de la corriente entre cada uno de los bobinados W del estátor y la batería 14 se implementa con la operación de encendido/apagado de cada una de las partes de conmutación 611 a 616. Al realizar el encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616 una tras otra, un control de una tensión y una rectificación de una AC trifásica enviada desde el motor sin escobillas de tres fases SG se realizan.
- 10 Cada una de las partes de conmutación 611 a 616 incluye un elemento de conmutación. El elemento de conmutación es, por ejemplo, un transistor y en mas detalle, un FET (transistor de efecto de campo). En lugar de unos FET, por ejemplo, pueden usarse también tiristores o IGBT (transistores bipolares de puerta aislada) para las partes de conmutación 611 a 616.
- 15 El controlador de motor de arranque 62 controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616. El controlador de motor de arranque 62 controla una tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG controlando cada una de las seis partes de conmutación 611 a 616 correspondiente a las tres fases. El controlador de motor de arranque 62 controla la operación del motor sin escobillas de tres fases SG controlando la operación de encendido/apagado de cada una de las partes de conmutación 611 a 616. El controlador de motor de arranque 62
- 20 puede accionar el motor sin escobillas de tres fases SG en rotación delantera o inversa controlando la operación de encendido/apagado de cada una de las partes de conmutación 611 a 616. El controlador de motor de arranque 62 incluye una unidad de control de arranque 621, una unidad de limitación de par 622, una unidad de almacenamiento de operación de encendido/apagado 623 y una unidad de operación inicial 624. El controlador de combustión 63 y el controlador de motor de arranque 62 que incluyen la unidad de control de arranque 621 y la unidad de limitación de
- 25 par 622 se implementan por un ordenador (no mostrado) y software de control ejecutable por el ordenador. Aquí, también puede ser aceptable que el controlador de combustión 63 y el controlador de motor de arranque 62, que incluyen la unidad de control de arranque 621 y la unidad de limitación de par 622, estén parcial o totalmente implementados por una lógica de cableado que es un circuito electrónico. Por ejemplo, el controlador de motor de arranque 62 y el controlador de combustión 63 pueden configurarse como dispositivos separados y disponerse a una
- 30 distancia entre sí, o alternativamente, pueden configurarse como un dispositivo integrado.

La unidad de almacenamiento de operación de encendido/apagado 623 está formada por una memoria, por ejemplo. La unidad de almacenamiento de operación de encendido/apagado 623 almacena datos relacionados con la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616. Más específicamente, la

- 35 unidad de almacenamiento de operación de encendido/apagado 623 almacena un mapa de información usado para que el dispositivo de control CT controle el motor sin escobillas de tres fases SG y el cuerpo del motor de cuatro tiempos E, y software que describe la información. La unidad de operación inicial 624 se forma de un circuito electrónico. La unidad de operación inicial 624 genera una señal eléctrica para llevar a cabo la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 cuando el cigüeñal 5 está en un estado
- 40 detenido. El dispositivo de control CT puede hacer funcionar simultáneamente la unidad de almacenamiento de operación de encendido/apagado 623 y la unidad de operación inicial 624, o puede hacer funcionar una de la unidad de almacenamiento de operación de encendido/apagado 623 y la unidad de operación inicial 624.

El controlador de combustión 63 hace que la bujía 29 realice una operación de ignición, controlando así una

- 45 operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E. En un caso en el que el cuerpo del motor de cuatro tiempos E incluye un inyector de combustible que inyecta un combustible para la generación de un gas mezclado, el controlador de combustión 63 controla además la inyección del inyector de combustible, para controlar la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E.

Un conmutador de arranque 16 para arrancar el cuerpo del motor de cuatro tiempos E está conectado al controlador de motor de arranque 62. En respuesta a un piloto que opera el conmutador de arranque 16 para iniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos E, una instrucción de inicio se introduce desde el conmutador de arranque 16 al dispositivo de control CT. El dispositivo de control CT controla el motor sin escobillas de tres fases SG operando el inversor 61, el controlador de motor de arranque 62 y el controlador de combustión 63.

- 55

[Operación para arrancar la unidad de motor]

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la unidad de motor EU mostrada en la figura 1.

- 60 La figura 7(a) ilustra un movimiento de un cigüeñal 5 de la unidad de motor EU mostrada en la figura 1. La figura 7(b) muestra un ejemplo comparativo que ilustra un movimiento del cigüeñal en rotación inversa.

Haciendo referencia a las figuras 6 y 7(a), la operación de la unidad de motor EU se describirá comenzando con la fase de una parada de combustión.

Tras recibir una instrucción de parada de combustión, el dispositivo de control CT detiene la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E (S11). Para ser más específicos, tras recibir una instrucción de parada de combustión, el controlador de combustión 63 detiene la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E. La instrucción de parada de combustión se introduce desde un conmutador principal 17 al dispositivo de control CT cuando, por ejemplo, el conmutador principal 17 se apaga. En un caso donde la unidad de motor EU tiene una función de parada en vacío, el dispositivo de control CT ejecuta por sí mismo la instrucción de parada de combustión determinando una condición de parada de motor que se refiere al estado de marcha del vehículo y el estado de rotación del cigüeñal 5. Normalmente, por ejemplo, si un periodo de tiempo predeterminado ha pasado desde la parada del vehículo, se determina que el vehículo se ha parado y así el motor se detiene.

La instrucción de parada de combustión puede ser una instrucción interna generada cuando el dispositivo de control CT determina que el vehículo se ha parado. Alternativamente, la instrucción de parada de combustión puede ser una instrucción externa introducida por el piloto.

Tras detener la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E, una fuerza de inercia hace que el cigüeñal 5 siga rotando. El cigüeñal 5 rota con la velocidad disminuyendo, y luego se detiene. La fuerza de inercia disminuye por, por ejemplo, una fuerza de fricción. La disminución en la fuerza de inercia implica un aumento relativo en la fuerza de fricción.

La figura 7(a) muestra un estado donde el cigüeñal se detiene en una posición de parada P1 tras detener la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E. Tras detener la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E, la rotación delantera del cigüeñal 5 es probable que se detenga en el tiempo de compresión o cerca del tiempo de compresión. Es decir, la posición de parada del cigüeñal 5, aunque no se limita particularmente, es probable que se ubique en el tiempo de compresión o cerca del tiempo de compresión. La ubicación cerca del tiempo de compresión es, por ejemplo, una posición en el tiempo de admisión. La ubicación cerca del tiempo de compresión es, por ejemplo, una posición en el tiempo de admisión más cerca del tiempo de compresión que del tiempo de escape. En el ejemplo mostrado en la figura 7(a), la posición de parada P1 en la que el cigüeñal se detiene se ubica en el tiempo de admisión.

El rotor externo 30 del motor sin escobillas de tres fases SG rota junto con la rotación del cigüeñal 5. La pluralidad de partes de objeto de detección 38 proporcionadas en el rotor externo 30 (véase la figura 4) se detectan por el dispositivo de detección de la posición del rotor 50. El dispositivo de control CT detecta la posición (ángulo) del cigüeñal 5 basándose en la detección de la pluralidad de partes de objeto de detección 38 por el dispositivo de detección de la posición del rotor 50. El dispositivo de control CT también detecta la rotación del cigüeñal 5 basándose en la detección de la pluralidad de partes de objeto de detección 38 por el dispositivo de detección de la posición del rotor 50. El dispositivo de control CT también detecta la parada de rotación del cigüeñal 5 basándose en la detección de la pluralidad de partes de objeto de detección 38 por el dispositivo de detección de la posición del rotor 50. Con más detalle, si el dispositivo de detección de la posición del rotor 50 no detecta la pluralidad de partes de objeto de detección 38, el dispositivo de control CT determina que la rotación del cigüeñal 5 se ha detenido.

El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 detecta la pluralidad de partes de objeto de detección 38 que se mueven en una ubicación lejos del dispositivo de detección de la posición del rotor 50. El dispositivo de detección de la posición del rotor 50 detecta la pluralidad de partes de objeto de detección 38 basándose en una señal eléctrica que varía dependiendo de una variación en la condición magnética provocada por el movimiento de la pluralidad de partes de objeto de detección 38. Por tanto, cuando la velocidad de rotación del cigüeñal 5 es tan baja como para desactivar la detección de la pluralidad de partes de objeto de detección 38 por el dispositivo de detección de la posición del rotor 50, el dispositivo de control CT determina que el cigüeñal 5 se ha detenido. La velocidad de rotación del cigüeñal 5 en este momento puede no ser necesariamente cero, y en su lugar el cigüeñal 5 puede rotar a una velocidad baja. Tras determinar que el cigüeñal 5 se ha detenido, el dispositivo de control CT realiza un control para rotar el cigüeñal 5 en un estado donde no se recibe ninguna instrucción de inicio, por ejemplo. El estado donde la rotación del cigüeñal 5 se detiene significa el estado donde la velocidad de rotación del cigüeñal 5 es cero o sustancialmente cero. El estado donde la velocidad de rotación del cigüeñal 5 es sustancialmente cero es, por ejemplo, el estado donde el cigüeñal 5 está rotando a una velocidad que no permite detectar la rotación del cigüeñal 5 por un dispositivo de detección (por ejemplo, el dispositivo de detección de la posición del rotor 50) configurado para detectar la rotación del cigüeñal 5. El estado donde la velocidad de rotación del cigüeñal 5 es sustancialmente cero es, por ejemplo, el estado donde el cigüeñal 5 rota a una velocidad menor que la mayor velocidad de rotación del cigüeñal 5 que se obtiene durante la rotación delantera en la etapa S13 de la figura 6. La mayor velocidad de rotación del cigüeñal 5 obtenida en S13 de la figura 6 es la mayor velocidad de rotación obtenida cuando el dispositivo de control CT rota el cigüeñal 5 en el estado donde no se recibe ninguna instrucción de inicio tras detener la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos.

Tras detener la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E y la rotación delantera del cigüeñal 5 (S11, S12: Sí), el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera desde la posición

de parada P1 mostrada en la figura 7(a) hasta el tiempo de compresión entre los cuatro tiempos (S13). El dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera (S13) en el estado donde ninguna instrucción de inicio se recibe mientras la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E y la rotación delantera del cigüeñal 5 se detienen. Más específicamente, tras detener la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E (S11) mediante el controlador de combustión 63 y detener la rotación delantera del cigüeñal 5 (S12: Sí), el controlador de motor de arranque 62 acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera desde la posición de parada P1 hasta el tiempo de compresión entre los cuatro tiempos (S13). El dispositivo de control CT hace que se detenga el cigüeñal 5 en el tiempo de compresión. La figura 7(a) muestra que el cigüeñal 5 se mueve en rotación delantera desde la posición de parada P1 a una posición P2 que se ubica en el tiempo de compresión. En esta realización, el dispositivo de control CT controla el cigüeñal 5 sin provocar la rotación inversa en un periodo de tiempo tras detenerse la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E y la rotación delantera del cigüeñal 5 y antes de recibir una instrucción de inicio. El dispositivo de control CT controla el cigüeñal 5 sin provocar la rotación inversa hasta realizar una operación de combustión.

En al menos parte de un intervalo desde la posición donde la rotación delantera del cigüeñal 5 se detiene hasta el final del tiempo de compresión (al centro muerto superior de compresión), el dispositivo de control CT controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61 para provocar la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG con un par inferior a un par máximo obtenible desde la batería 14. En la etapa S13 antes mencionada, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera mientras controla la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG controlando la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61. Más específicamente, el controlador de motor de arranque 62 (dispositivo de control CT) realiza la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 en tiempos predeterminados. Como resultado, la tensión se aplica a los bobinados W multifase del estátor del motor sin escobillas de tres fases SG, por lo que el rotor externo 30 del motor sin escobillas de tres fases SG rota. El cigüeñal 5 rota junto con la rotación del rotor externo 30.

En la etapa S13, el dispositivo de control CT provoca la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG con un par inferior a un par máximo obtenible desde la batería 14. El dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera hasta el tiempo de compresión mientras se provoca la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG con un par inferior al par máximo que podría obtenerse cuando el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio (S17). Más específicamente, la unidad de limitación de par 622 del controlador de motor de arranque 62 realiza la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 en tiempos predeterminados. El controlador de motor de arranque 62 realiza un control de bucle abierto para la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616. Es decir, el controlador de motor de arranque 62 provoca la conducción de los bobinados W multifase del estátor, uno detrás del otro, en tiempos predeterminados en lugar de adoptar un control de retroalimentación en función de la posición del rotor externo 30. Si, por ejemplo, se deja que los bobinados W multifase del estátor lleven a cabo la conducción uno detrás del otro en tiempos más apropiados de conformidad con la posición del rotor externo 30, el motor sin escobillas de tres fases SG ejerce el par máximo obtenible desde la batería 14. En un control de limitación de par en la etapa S13 de esta realización, la unidad de limitación de par 622 del controlador de motor de arranque 62 (dispositivo de control CT) realiza la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616 en tiempos predeterminados en función de un control delantero de alimentación, en lugar de los tiempos más apropiados según la posición del rotor externo 30. Como resultado, el motor sin escobillas de tres fases SG rota con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14.

Realizar la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616 en tiempos predefinidos significa realizar la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616 sin usar información de posición del rotor externo 30.

Por ejemplo, realizar la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616 en tiempos predefinidos significa realizar la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616 sin basarse en una señal suministrada desde el dispositivo de detección de la posición del rotor 50. Realizar la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616 en tiempos predeterminados significa, por ejemplo, realizar la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616 sin usar un sensor magnético con un elemento semiconductor provisto en su interior.

Los tiempos predefinidos pueden cambiar en función de información distinta de la información de posición del rotor externo 30, como la temperatura o la tensión de la batería 14.

En una etapa posterior en la que el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio (S17), los bobinados W multifase del estátor se vuelven conductores uno tras otro según la posición del rotor externo 30 detectada por el dispositivo de detección de la posición del rotor 50. Es decir, al accionar el cigüeñal 5 en rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio, el dispositivo de control CT hace que los bobinados W multifase del estátor sean conductores

uno tras otro con un control de retroalimentación en función de la posición del rotor externo 30 que, más específicamente, es la posición de las caras 37a de polo magnético relativa a los bobinados W del estátor. El control de retroalimentación en función de la posición del rotor externo 30 permite ejercer el par máximo obtenible desde la batería 14. En el control de limitación de par en la etapa S13 de esta realización, la unidad de limitación de par 622 del controlador de motor de arranque 62 (dispositivo de control CT) realiza la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 en los tiempos predefinidos que son independientes de la posición de las caras 37a de polo magnético relativa a los bobinados W del estátor. Esto permite que el dispositivo de control CT rote el cigüeñal 5 con un par menor que el par máximo que se obtiene cuando el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio.

En la etapa S13, el dispositivo de control CT realiza la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616, para accionar el cigüeñal 5 en la rotación delantera hasta el tiempo de compresión. El dispositivo de control CT es capaz de accionar el cigüeñal 5 en la rotación delantera hasta el tiempo de compresión realizando la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 un número predefinido de veces. En el ejemplo mostrado en la figura 7(a), el cigüeñal 5 rota a la posición P2 incluida en el tiempo de compresión. Aquí, el número de veces que se realiza la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 puede controlarse por el dispositivo de control CT según la posición de parada P1 del cigüeñal 5 en la que la rotación del cigüeñal 5 se ha detenido tras detenerse la operación de combustión (S12: Sí).

Si no se recibe instrucción de reinicio (S14: No), el dispositivo de control CT termina la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616. Por tanto, el dispositivo de control CT detiene el cigüeñal 5 en el tiempo de compresión. En el ejemplo mostrado en la figura 7(a), el cigüeñal 5 se detiene en la posición P2. Ya que el cigüeñal 5 se detiene en el tiempo de compresión, puede asegurarse que la rotación del cigüeñal comience desde el tiempo de compresión en un momento de arranque del motor.

Tras recibir una instrucción de inicio (S14: Sí), el dispositivo de control CT provoca que el motor sin escobillas de tres fases SG rote el cigüeñal 5, iniciando así el cuerpo del motor de cuatro tiempos E (S15). Para ser específico, si se recibe una instrucción de inicio (S14: Sí) tras la rotación delantera del cigüeñal 5 (S13), que se provoca bajo el control de la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG, se detiene en el tiempo de compresión; el dispositivo de control CT controla la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera (S15). Dicho de otra forma, en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio en el estado donde la rotación delantera del cigüeñal 5 se detiene, el dispositivo de control CT controla la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG, para accionar el cigüeñal en la rotación delantera (S15). El dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en la rotación delantera desde la posición donde el cigüeñal 5 se ubica en un punto temporal cuando se recibe la instrucción de inicio (S14: Sí). El dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en la rotación delantera desde la posición de parada del cigüeñal 5 donde el cigüeñal 5 se detiene en el punto temporal cuando se recibe la instrucción de inicio (S14: Sí).

La instrucción de inicio se introduce desde el conmutador de arranque 16 al dispositivo de control CT cuando, por ejemplo, el conmutador de arranque 16 se opera. En un caso donde la unidad de motor EU tiene una función de parada en vacío, el dispositivo de control CT ejecuta por sí mismo la instrucción de inicio determinando una condición de arranque de motor predefinida. La consecución de la condición de arranque de motor predefinida se incluye en la entrada de la instrucción de inicio. La condición de arranque de motor predefinida es, por ejemplo, la activación de un operador de aceleración (no se muestra).

Si una instrucción de reinicio se recibe durante un periodo de tiempo en el que se realiza la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 en la etapa S13, el dispositivo de control CT inicia el cuerpo del motor de cuatro tiempos E (S15 a S21) continuando la rotación delantera del cigüeñal 5 más allá del tiempo de compresión en lugar de detener la rotación delantera en el tiempo de compresión. Más específicamente, si el dispositivo de control CT recibe una instrucción de inicio en medio del accionamiento del cigüeñal 5 en rotación delantera hasta el tiempo de compresión en el estado donde ninguna instrucción de inicio se recibe mientras la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E y la rotación delantera del cigüeñal 5 se detienen; el dispositivo de control CT continúa la rotación delantera del cigüeñal 5 más allá del tiempo de compresión en lugar de detener la rotación delantera en el tiempo de compresión. De ese modo, el dispositivo de control CT inicia el cuerpo del motor de cuatro tiempos E (S15 a S21).

Si la rotación delantera continúa más allá del tiempo de compresión, se usa una fuerza de inercia generada por la rotación delantera del cigüeñal 5 hasta el tiempo de compresión en el estado donde no se recibe ninguna instrucción de inicio como una fuerza para rotar el cigüeñal 5 para reiniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos E. Esto puede acortar adicionalmente la longitud de tiempo requerido para el reinicio.

En la etapa S15, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera desde el tiempo de compresión mientras se provoca que el motor sin escobillas de tres fases SG rote con un par inferior al par máximo

obtenible desde la batería 14. El dispositivo de control CT continúa controlando la limitación del par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG, en al menos parte del intervalo desde la posición de inicio de la rotación delantera del cigüeñal 5 hasta el final del tiempo de compresión. Específicamente, el dispositivo de control CT primero realiza el control de limitación de par (S15). Más específicamente, la unidad de limitación de par 622 del controlador de motor de arranque 62 realiza la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 en los tiempos predeterminados. El controlador de motor de arranque 62 realiza el control de bucle abierto para la operación de encendido/apagado de las partes de conmutación 611 a 616. Es decir, el controlador de motor de arranque 62 provoca la conducción de los bobinados W multifase del estátor, uno detrás del otro, en los tiempos predeterminados en lugar de adoptar un control de retroalimentación en función de la posición del rotor externo 30. Llevar a cabo, por la unidad de limitación de par 622 del controlador de motor de arranque 62 (dispositivo de control CT), la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 en los tiempos predefinidos permite la rotación del cigüeñal 5 con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14.

Tras iniciar el cigüeñal 5 la rotación delantera y detectar luego el dispositivo de detección de la posición del rotor 50 la posición del rotor externo 30 (S16: Sí), el dispositivo de control CT realiza un control con límite retirado (S17). En un caso donde la posición del rotor externo 30 se detecta antes del fin del tiempo de compresión, el control de limitación de par se realiza en parte del intervalo hasta el final del tiempo de compresión. Puede ser aceptable que el control de limitación de par se realice tras el tiempo de compresión, también. En el control con límite retirado, el dispositivo de control CT retira el límite colocado en el par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG.

En el control con límite retirado (S17) de esta realización, el dispositivo de control CT hace que la pluralidad de bobinados W del estátor conduzcan uno tras otro en tiempos según la posición del rotor externo 30, para retirar el límite colocado en el par de salida. Dicho de otra forma, el dispositivo de control CT provoca la conducción de los bobinados W multifase del estátor, uno detrás del otro, con el control de retroalimentación en función de la posición del rotor externo 30. Como resultado, el límite colocado en el par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG se retira, y el par máximo que se obtendría cuando el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio se ejerce. En este momento, el dispositivo de control CT preferentemente provoca la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG con el par máximo obtenible desde la batería 14. Al realizar el control con límite retirado (S17), el dispositivo de control CT se desplaza a un modo de aceleración de la rotación del rotor externo 30.

Entonces, si la velocidad de rotación del cigüeñal 5 es mayor que una velocidad de rotación combustible predeterminada (S18: Sí), el dispositivo de control CT inicia la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E (S19). Con más detalle, el controlador de combustión 63 del dispositivo de control CT controla la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E controlando la bujía 29. En un caso en el que el cuerpo del motor de cuatro tiempos E incluye un inyector de combustible que inyecta un combustible para la generación de un gas mezclado, el controlador de combustión 63 controla además la inyección del inyector de combustible para controlar la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E. Iniciar la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E incluye evaluar si la operación de combustión es exitosa o no. Si la operación de combustión es exitosa o no se determina, por ejemplo, midiendo la velocidad de rotación del cigüeñal 5 mientras el cigüeñal 5 rota una pluralidad de veces y evaluando si la velocidad de rotación medida es mayor o no que un valor definido como un valor que se obtendría a condición de que la operación de combustión sea exitosa.

Después de que el dispositivo de control CT de esta realización inicie la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E accionando el cigüeñal 5 en la rotación delantera en respuesta a la recepción de la instrucción de inicio, el dispositivo de control CT aún acelera la rotación delantera del cigüeñal 5 (S19). Más específicamente, tras el inicio de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E que incluye una evaluación de si la operación de combustión es exitosa o no, el motor sin escobillas de tres fases SG acelera continuamente la rotación del cigüeñal 5. Durante un periodo de tiempo predefinido tras iniciar la operación de combustión, el dispositivo de control CT controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61 para controlar la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG, acelerando así la rotación delantera del cigüeñal 5. Esto proporciona una aceleración aumentada a la rotación delantera del cigüeñal 5, en comparación con la rotación delantera activada solo por la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E.

La estabilidad de rotación del cigüeñal 5 puede a veces ser mala tras iniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos E la operación de combustión. Después de que se haya iniciado la combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos, el motor sin escobillas de tres fases SG acelera continuamente la rotación delantera del cigüeñal 5, por lo que se estabiliza la rotación delantera del cigüeñal 5, rotado por la combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos. Aquí, el periodo de tiempo predefinido se ajusta para ser una longitud de tiempo (duración de tiempo) suficiente para estabilizar la rotación del cigüeñal 5. Por ejemplo, el periodo de tiempo predefinido se ajusta para ser una longitud de tiempo suficiente para que la velocidad de rotación del cigüeñal 5 alcance una velocidad de rotación en vacío.

Cuando, por ejemplo, se requiere que el vehículo acelere tras el inicio de la combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E, la aceleración de la rotación delantera del cigüeñal 5 ayuda a la aceleración del vehículo. Cuando la aceleración se requiere en un estado donde el motor sin escobillas de tres fases SG genera potencia, el dispositivo de control CT conmuta desde un control de generación de potencia a un control de circulación del motor sin escobillas de tres fases SG, acelerando así la rotación delantera del cigüeñal 5.

De este modo, tal como se ha descrito hasta ahora, el dispositivo de control CT acelera la rotación delantera del cigüeñal 5 durante el período de tiempo predefinido tras haber completado el inicio del cuerpo del motor de cuatro tiempos E. Por tanto, puede estabilizarse la rotación delantera del cigüeñal 5, rotado por la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E. Además, la rotación delantera del cigüeñal 5 puede acelerarse más rápidamente.

Después de que se haya iniciado el cuerpo del motor de cuatro tiempos E, el motor sin escobillas de tres fases SG rota junto con la rotación del cigüeñal 5, para funcionar como un generador que genera una corriente para cargar la batería 14. Más específicamente, tras iniciar la combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E, el motor sin escobillas de tres fases SG accionado por el cuerpo del motor de cuatro tiempos E funciona como un generador (S21). El dispositivo de control CT realiza la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616, para controlar la corriente suministrada desde la pluralidad de bobinados W del estátor a la batería 14. El dispositivo de control CT lleva a cabo la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 en función de una señal eléctrica en el bobinado con fines de detección 51 del dispositivo de detección de la posición del rotor 50.

La figura 7(b) muestra un ejemplo comparativo de esta realización, que ilustra un movimiento del cigüeñal en rotación inversa.

En el ejemplo mostrado en la figura 7(b), como con esta realización mostrada en la figura 7(a), el cigüeñal se detiene en una posición de parada P1 tras detener la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos. Después, el cigüeñal se acciona en rotación inversa hasta una posición P3 ubicada en el tiempo de expansión. En respuesta a la recepción de una instrucción de inicio, el cigüeñal inicia la rotación delantera desde la posición P3 ubicada en el tiempo de expansión.

En esta realización, como en el ejemplo mostrado en la figura 7(a), el cigüeñal se mueve por una distancia desde la posición de parada P1 en la que el cigüeñal se detiene tras detener la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos a la posición P2 desde la que el cigüeñal iniciará la rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio. Esta distancia es más corta que la distancia desde la posición P1 a la posición P3 mostrada en la figura 7(b).

La figura 8 es un diagrama ilustrativo que muestra, esquemáticamente, la relación entre una posición del ángulo del cigüeñal y un par requerido.

En la figura 8, la línea continua indica un par requerido T_a para rotación delantera. La región de carga alta TH se ubica en el tiempo de compresión y cerca del centro muerto superior de compresión (donde la posición del ángulo de cigüeñal está en un grado cero). La región de carga baja TL se incluye en el tiempo de admisión, el tiempo de expansión y el tiempo de escape.

En la figura 8, la línea discontinua indica un par requerido T_b para rotación inversa. Como se ilustra por la línea discontinua en la figura 8, en un caso de rotación inversa del cigüeñal, la región de alta carga se incluye en el tiempo de expansión en lugar del tiempo compresión.

La figura 8 muestra, bajo el gráfico, un movimiento M1 del cigüeñal en rotación delantera ilustrado en la figura 7(a), y un movimiento M2 del cigüeñal en rotación inversa según el ejemplo comparativo ilustrado en la figura 7(b).

El movimiento M2 del cigüeñal en rotación inversa según el ejemplo comparativo se describirá.

El cigüeñal, que se detiene en una posición de parada P1 ubicada en el tiempo de compresión o cerca del tiempo de compresión tras detener la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos, se acciona en rotación inversa hasta la posición P3 ubicada en el tiempo de expansión, y luego se detiene. Posteriormente, en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio, el cigüeñal se acciona en rotación inversa, por lo que la velocidad de rotación del cigüeñal aumenta antes de que el cigüeñal alcance la región de carga alta.

En el ejemplo comparativo, tras detener la operación de combustión y detener el cigüeñal, el cigüeñal se acciona en rotación inversa dentro de una zona que conduce al tiempo de expansión a través del tiempo de admisión y el tiempo de escape. En un caso de rotación inversa del cigüeñal, la región de carga alta ocurre en el tiempo de

escape. Si el cigüeñal supera una posición de carga alta en la región de carga alta durante la rotación inversa del cigüeñal, el cigüeñal se movería al tiempo de compresión. Tal movimiento al tiempo de compresión del cigüeñal accionado en rotación inversa hace que la rotación inversa ya no sea ventajosa, y, lo que es incluso peor, requiere potencia y tiempo para provocar una transición desde la rotación inversa a la rotación delantera. Por consiguiente, accionar el cigüeñal en rotación inversa implica la necesidad de evitar una situación donde el cigüeñal se mueve al tiempo de compresión. Para este propósito, el cigüeñal no puede llevarse suficientemente cerca de la posición de carga más alta ubicada cerca del centro muerto superior de compresión (grado cero). Ya que es difícil llevar el cigüeñal suficientemente cerca de la posición de carga más alta en la rotación inversa del cigüeñal, una distancia L4 es corta a través de la que el cigüeñal se acciona en rotación delantera hasta la posición de carga más alta desde la posición P3 donde la rotación delantera se inicia en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio. Esto termina en una fuerza de inercia relativamente baja obtenida desde la rotación delantera provocada en respuesta a la recepción de la instrucción de inicio.

En esta realización, por otra parte, tras detenerse la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos y la rotación delantera del cigüeñal 5, el motor sin escobillas de tres fases SG acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera hasta la posición P2 ubicada en el tiempo de compresión. Entonces, en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio, el cigüeñal 5 comienza con la rotación. En este momento, el cigüeñal 5 aumenta gradualmente la velocidad desde el estado detenido. El cigüeñal 5, que ha iniciado la rotación delantera desde la posición P2 ubicada en el tiempo de compresión, pasa por el tiempo de compresión a una velocidad baja tras el inicio de la rotación. Ya que el cigüeñal 5 pasa por el tiempo de compresión a una velocidad baja, es menos probable que el cigüeñal 5 esté afectado por una fuerza de reacción de compresión de gas. Esto permite que el cigüeñal 5 supere rápidamente una carga de la región de carga alta en el tiempo de compresión. Tras pasar por el tiempo de compresión, el cigüeñal se acciona en rotación delantera sobre una región de carga baja que es una región amplia que se extiende desde el tiempo de expansión al tiempo de compresión, hasta alcanzar la región de carga alta por segunda vez. Es decir, una zona previa larga L2 se asegura para la aceleración. Por tanto, el motor sin escobillas de tres fases SG puede aumentar la velocidad de rotación del cigüeñal 5 antes de que el cigüeñal 5 alcance la región de carga alta por segunda vez. Por tanto, tanto una fuerza de gran inercia generada por la alta velocidad de rotación como el par de salida del motor sin escobillas de tres fases pueden usarse para superar la región de carga alta encontrada por segunda vez. Por consiguiente, la supresión del par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG se permite, y por tanto la reducción de tamaño del motor sin escobillas de tres fases se permite. La posición P2 es una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos E se inicie con un par de salida bajo. La posición P2 es una posición ubicada en el tiempo de compresión. La posición P2 es, por ejemplo, una posición ubicada en el tiempo de compresión y cerca del centro muerto superior de compresión.

Una situación donde la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E se detiene se describirá de nuevo. Tras detener la rotación delantera del cigüeñal 5, el dispositivo de control CT controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61, para controlar la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG, accionando así el cigüeñal 5 en rotación delantera desde la posición de parada P1 a la posición P2 ubicada en el tiempo de compresión. Una zona L1 a través de la que el cigüeñal 5 se mueve en esta rotación delantera es más corta que una zona L3 a través de la que el cigüeñal 5 se mueve en rotación inversa. Por consiguiente, en comparación con accionar el cigüeñal en rotación inversa hasta el tiempo de expansión, un tiempo más corto es necesario para mover el cigüeñal 5 a una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos E se inicie fácilmente con un par bajo.

Cuando el control de la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG se adopta para accionar el cigüeñal 5, detenido en la posición de parada P1, en la rotación delantera hasta la posición P2 ubicada en el tiempo de compresión, el movimiento del cigüeñal a la posición P2 puede controlarse más fácilmente en comparación con, por ejemplo, cuando una fuerza de inercia generada por la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E se adopta para provocar la rotación delantera. Por tanto, el cigüeñal puede moverse en poco tiempo a la posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos E se inicie fácilmente.

Por consiguiente, la unidad de motor EU de esta realización que incluye el cuerpo del motor de cuatro tiempos E en el que la región de carga alta y la región de carga baja ocurren durante los cuatro tiempos puede lograr tanto una capacidad de montaje en el vehículo como acortar la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión.

En el estado donde no se recibe instrucción de inicio, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera hasta el tiempo de compresión mientras se provoca la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14 (etapa S13 en la figura 6).

Durante la rotación delantera del cigüeñal 5 hasta el tiempo de compresión, es decir, en al menos parte del intervalo desde la posición de parada P1 del cigüeñal 5 hasta el final del tiempo de compresión, el motor sin escobillas de tres fases SG rota con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14, por lo que se mejora la velocidad de la rotación delantera del cigüeñal 5. Esto suprime una fuerza de reacción de compresión de gas que ocurre en una

cámara de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E junto con la rotación delantera del cigüeñal 5. Ya que una resistencia a la rotación del cigüeñal 5, que se provoca por la fuerza de reacción de compresión, se suprime, el cigüeñal 5 puede moverse al tiempo de compresión en un tiempo más corto. Por consiguiente, la longitud de tiempo requerido para el reinicio se acorta con una fiabilidad mejorada.

5 Para iniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos E, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera desde el tiempo de compresión mientras se provoca la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG con un par limitado inferior al par máximo obtenible desde la batería 14 (etapa S15 en la figura 6). En al menos parte del intervalo desde la posición de inicio de la rotación delantera del cigüeñal 5 hasta el final del tiempo de compresión, el dispositivo de control CT provoca la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14. Por tanto, en el momento del inicio del cuerpo del motor de cuatro tiempos E, la rotación delantera del cigüeñal 5 se inicia desde el tiempo de compresión a una velocidad menor que la velocidad obtenida cuando, por ejemplo, se provoca la rotación con el par máximo obtenible desde la batería 14. Esto hace que sea aún más fácil que el cigüeñal 5 supere la carga de la región de carga alta en el tiempo de compresión. La razón por la que tal baja velocidad permite que el cigüeñal 5 supere fácilmente la carga se considera que es porque aumenta la cantidad de gas que se filtra fuera de la cámara de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E por lo que la cantidad de carga provocada por una fuerza de reacción de compresión disminuye.

20 El cigüeñal 5 que ha pasado por, al menos, el tiempo de compresión hace la rotación delantera sustancialmente sobre toda la región de carga baja que se extiende desde el tiempo de expansión hasta el tiempo de compresión, y luego alcanza la región de carga alta por segunda vez. Aquí, el cigüeñal 5 es capaz de superar la segunda región de carga alta usando tanto la fuerza de inercia alta generada por la velocidad de rotación alta como el par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG.

25 El número de las caras 37a de polo magnético incluidas en el rotor 30 del motor sin escobillas de tres fases SG es de más de $2/3$ el número de dientes 43. Cuanto mayor sea el número de las caras 37a de polo magnético, con más frecuencia varía la tensión que se aplica a cada uno de los bobinados W bajo el control de las partes de conmutación 611 a 616 por el dispositivo de control CT. Por ejemplo, al asumir que una tensión con una forma de onda pulsada se aplica a cada uno de los bobinados W, la frecuencia de pulsos es alta. Ya que la tensión aplicada a cada uno de los bobinados W tiene una frecuencia alta, el par que aplica el motor sin escobillas de tres fases SG para accionar el cigüeñal 5 en rotación delantera tiene una pulsación de alta frecuencia. El cigüeñal 5 sometido al par con tal pulsación de alta frecuencia puede superar fácilmente la carga de la región de carga alta.

35 Después de que se haya iniciado el cuerpo del motor de cuatro tiempos E, el motor sin escobillas de tres fases SG rota junto con la rotación del cigüeñal 5, para funcionar como un generador que genera una corriente para cargar la batería 14. En un caso del motor sin escobillas de tres fases SG que funciona además como un generador, sus bobinados W del estátor están bajo restricciones estructurales porque el motor sin escobillas de tres fases SG tiene que cargar la batería 14. Por ejemplo, la necesidad de evitar una corriente de carga excesiva conduce a limitar el rendimiento que se ejercería como una función del motor sin escobillas de tres fases SG.

45 En esta realización, sin embargo, el cigüeñal 5 alcanza la posición de carga más alta a una velocidad de rotación baja producida desde un par de salida inferior al par máximo, y acelera a través de una zona suficientemente larga antes de alcanzar la posición de carga más alta por segunda vez. Esto permite que una carga de la posición de carga más alta encontrada por segunda vez se supere incluso cuando el rendimiento del motor sin escobillas de tres fases SG se limita. Por consiguiente, la reducción de tamaño del motor sin escobillas de tres fases SG se permite con el logro de una simple configuración en la que el motor sin escobillas de tres fases SG funciona como motor de arranque y como generador.

50 [Segunda realización]

A continuación, se describirá una segunda realización de la presente invención. En la descripción de la segunda realización a continuación, los elementos correspondientes a los elementos de la primera realización tienen los mismos símbolos de referencia, y se describirán principalmente las diferencias con la primera realización anteriormente descrita.

60 El cuerpo del motor de cuatro tiempos E proporcionado en la unidad de motor EU de esta realización incluye un dispositivo de descompresión (descompresor). La figura 1 muestra brevemente un dispositivo de descompresión D. El dispositivo de descompresión D abre una válvula proporcionada en el cuerpo del motor de cuatro tiempos E durante parte del tiempo de compresión, para descargar algo de un gas que existe en la cámara de combustión. Dicho de otra forma, el dispositivo de descompresión D alivia la presión en la cámara de combustión durante parte del tiempo de compresión. Como resultado, el cigüeñal 5 se ve afectado por una fuerza de reacción menor de compresión de gas. Es decir, una carga en la rotación del cigüeñal 5 en la región de carga alta se reduce.

Si el dispositivo de descompresión D no se activa, la válvula se mantiene cerrada en el tiempo de compresión, por lo que una gran carga ocurre en la región de carga alta.

5 El dispositivo de descompresión D se activa cuando la velocidad de rotación del cigüeñal 5 es menor que un valor de umbral predefinido. El valor de umbral es menor que la velocidad de rotación que permite la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E. Por tanto, el dispositivo de descompresión D se activa durante parte del periodo de tiempo en el que el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera controlando la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG.

10 La figura 9 es un diagrama ilustrativo que muestra, esquemáticamente, la relación entre la posición del ángulo del cigüeñal y el par requerido en la unidad de motor EU según la segunda realización de la presente invención.

15 En la unidad de motor EU de esta realización, tras detenerse la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E y la rotación delantera del cigüeñal 5, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera desde la posición de parada al tiempo de compresión entre los cuatro tiempos en el estado donde ninguna instrucción de inicio se recibe mientras la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E y la rotación delantera del cigüeñal 5 se detienen.

20 Cuando el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera desde la posición de parada al tiempo de compresión en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe, el dispositivo de descompresión D se activa. Como resultado, un par requerido, que significa una carga, exhibe una pluralidad de máximos locales (picos) Q1, Q2, tal como se muestra en la figura 9. La carga se reduce en una región entre la pluralidad de máximos locales Q1, Q2.

25 El dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera hasta una posición que se ubica entre, de entre la pluralidad de máximos locales Q1, Q2 de la carga que llega antes del centro muerto superior de compresión durante la rotación delantera del cigüeñal 5, el máximo local Q2 de la carga más cerca del centro muerto superior de compresión y el máximo local Q1 de la carga adyacente al máximo local Q2 de la carga más cerca del centro muerto superior de compresión. El dispositivo de control CT provoca que el cigüeñal 5 se pare en la posición ubicada entre
30 el máximo local Q2 y el máximo local Q1.

Si se recibe una instrucción de inicio tras detener la rotación delantera del cigüeñal 5 en el tiempo de compresión, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en la rotación delantera desde la posición donde el cigüeñal 5 se ubica en el momento de la recepción de la instrucción de inicio. Para ser más específicos, el dispositivo de control
35 CT controla la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG, para accionar el cigüeñal 5 en la rotación delantera desde la posición ubicada entre el máximo local Q2 y el máximo local Q1.

Ya que la presión en la cámara de combustión se alivia por el dispositivo de descompresión D, la carga en la rotación del cigüeñal 5 se reduce. Por tanto, incluso si el par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG es menor adicionalmente, la carga de la región de carga alta puede superarse rápidamente. Por consiguiente, la longitud de tiempo requerido para reiniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos E se acorta. Además, el cuerpo del motor de cuatro tiempos E puede reiniciarse rápidamente incluso cuando el par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG desciende. Por consiguiente, esta realización puede lograr una capacidad de montaje mejorada en el
40 vehículo y acortar la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión.

Puede ser aceptable que el dispositivo de descompresión D se active tanto en un periodo de tiempo en el que el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera en el estado donde no se recibe ninguna instrucción de inicio como un periodo de tiempo en el que el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio. Alternativamente, el dispositivo de
50 descompresión D puede activarse en uno cualquiera de estos periodos de tiempo. Alternativamente, el dispositivo de descompresión D puede activarse durante parte de cada uno de estos periodos de tiempo.

En esta realización, si no se recibe una instrucción de inicio, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera hasta el tiempo de compresión, y si una instrucción de inicio se recibe, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal en la rotación delantera desde la posición donde el cigüeñal 5 se ubica en el momento de la recepción de la instrucción de inicio. Es decir, el dispositivo de control CT provoca que la rotación del cigüeñal 5 se detenga en el tiempo de compresión, y comienza la rotación del cigüeñal 5 desde el tiempo de compresión. El cigüeñal 5 pasa por el tiempo de compresión a una velocidad de rotación baja. El dispositivo de descompresión D alivia la presión en la cámara de combustión abriendo la válvula durante parte del tiempo de compresión.
55

60 Mientras el dispositivo de descompresión D alivia la presión en la cámara de combustión abriendo la válvula durante parte del tiempo de compresión, el cigüeñal 5 rota a través del tiempo de compresión a una velocidad de rotación baja. Por tanto, un tiempo suficiente se asegura para el alivio de la presión en la cámara de combustión. Como resultado, una gran caída de presión en la cámara de combustión se obtiene. Por consiguiente, la carga en la

rotación del cigüeñal 5 se reduce.

En un caso del ejemplo comparativo mostrado en la figura 7(b) en el que el cigüeñal se acciona en rotación inversa hasta la posición P3 ubicada en el tiempo de expansión, la rotación delantera del cigüeñal se inicia desde la posición P3 ubicada en el tiempo de expansión en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio. El cigüeñal pasa por el tiempo de compresión a una velocidad de rotación alta. Esto falla en asegurar un tiempo suficiente para el alivio de la presión en la cámara de combustión. Por tanto, una caída de presión suficiente en la cámara de combustión no se obtiene. Como resultado, la carga en la rotación del cigüeñal no se reduce bien.

En esta realización, por otra parte, un tiempo suficiente se asegura para el alivio de la presión en la cámara de combustión por el dispositivo de descompresión D. Así, un alto efecto se obtiene desde el dispositivo de descompresión D reduciendo la carga en la rotación. Por tanto, incluso cuando el par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG es bajo, la carga de la región de carga alta puede superarse rápidamente. Esta realización puede lograr una capacidad de montaje mejorada en el vehículo y acortar la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión.

En esta realización, la activación de un mecanismo de descompresión reduce la carga en al menos parte de la región de carga alta. Por tanto, una carga necesaria para rotar el cigüeñal en respuesta a la recepción de la instrucción de inicio se reduce. Por consiguiente, la supresión del par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG se permite, por lo que la reducción de tamaño del motor sin escobillas de tres fases se permite.

[Tercera realización]

A continuación, se describirá una tercera realización de la presente invención. En la descripción de la tercera realización a continuación, los elementos correspondientes a los elementos de la primera realización tienen los mismos símbolos de referencia, y se describirán principalmente las diferencias con la primera realización anteriormente descrita.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un funcionamiento de la unidad de motor EU según la tercera realización. La figura 11 ilustra un movimiento del cigüeñal 5 de la unidad de motor EU según la tercera realización.

En la unidad de motor EU de esta realización, el dispositivo de control CT conmuta el accionamiento del cigüeñal 5 entre la rotación delantera y la rotación inversa en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe (S301), según la posición donde se detiene la rotación del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E (S12 en la figura 10).

Si, por ejemplo, la posición donde se detiene la rotación delantera del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E está en un primer intervalo R1 en los cuatro tiempos (véase la figura 11), el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera hasta el tiempo de compresión en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe (S302). Si la posición donde se detiene la rotación delantera del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E está en un segundo intervalo R2 en los cuatro tiempos, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal en rotación inversa en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe (S303). El dispositivo de control CT detecta la posición del cigüeñal 5 basándose en la detección de la pluralidad de partes de objeto de detección 38 por el dispositivo de detección de la posición del rotor 50 (véase la figura 4).

En la unidad de motor EU según esta realización, las operaciones en las etapas S301 a S303 antes descritas son diferentes de la primera realización. Las otras operaciones son iguales a las de la primera realización.

La figura 11 muestra un caso de ejemplo donde el cigüeñal se acciona en rotación delantera en el estado donde no se recibe instrucción de inicio así como un caso de ejemplo donde el cigüeñal se acciona en rotación inversa en el estado donde no se recibe instrucción de inicio. La figura 11 muestra también ejemplos del primer intervalo R1 y el segundo intervalo R2 antes mencionados.

El primer intervalo R1 se extiende desde un punto de inicio Ra a un punto final Rb en una dirección de rotación delantera. El punto de inicio Ra del primer intervalo R1 se ajusta dentro de una región que se extiende desde el centro muerto superior de compresión (grado cero) al centro muerto superior de escape (360 grados) en la dirección de rotación delantera. El punto final Rb del primer intervalo R1 se ajusta dentro del tiempo de compresión.

El segundo intervalo R2 se extiende desde el centro muerto superior de compresión (grado cero) al punto de inicio Ra del primer intervalo R1 en la dirección de rotación delantera. El segundo intervalo R2 está más cerca del centro muerto superior de compresión de lo que está el primer intervalo R1 respecto a una dirección de rotación inversa.

En esta realización, el accionamiento del cigüeñal 5 se conmuta entre la rotación delantera y la rotación inversa en el

estado donde la instrucción de inicio no se recibe, realizándose la conmutación según la posición donde se detiene la rotación delantera del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión.

Si, por ejemplo, la posición donde se detiene la rotación delantera del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E está en el primer intervalo R1 como se indica por P1 en la figura 11, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera hasta, por ejemplo, la posición P2 ubicada en el tiempo de compresión como se muestra en la figura 11 en el estado donde no se recibe instrucción de inicio. Una operación para esta rotación delantera es igual que aquella de la primera realización.

Si, por ejemplo, la posición donde se detiene la rotación delantera del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E está en el segundo intervalo R2 como se indica por P5 en la figura 11, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación inversa en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe. La rotación inversa lleva el cigüeñal 5 cerca del centro muerto superior de compresión. El dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación inversa hasta, por ejemplo, una posición P6 ubicada en el tiempo de expansión como se muestra en la figura 11. Si una instrucción de inicio se recibe tras detener la rotación inversa, el cigüeñal 5 inicia la rotación delantera desde la posición donde la rotación inversa se detuvo como se ha descrito antes. El cigüeñal 5 inicia la rotación delantera desde, por ejemplo, la posición P6 ubicada en el tiempo de expansión. Accionar el cigüeñal 5 en rotación inversa en el estado donde no se recibe instrucción de inicio contribuye a asegurar una zona previa larga antes de que el cigüeñal 5 accionado en rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio alcance la región de carga alta la próxima vez. En esta realización, incluso si se detiene la rotación delantera del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E en el segundo intervalo R2, el cigüeñal 5 se acciona en rotación inversa en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe, por lo que el cigüeñal puede moverse a una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos se inicie fácilmente. Por consiguiente, esta realización puede lograr acortar adicionalmente la longitud de tiempo requerido para el reinicio tras la instrucción de parada de combustión.

[Cuarta realización]

A continuación, se describirá una cuarta realización de la presente invención. En la descripción de la cuarta realización a continuación, los elementos correspondientes a los elementos de la primera realización tienen los mismos símbolos de referencia, y se describirán principalmente las diferencias con la primera realización anteriormente descrita.

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un funcionamiento de la unidad de motor EU según la cuarta realización.

En la unidad de motor EU de esta realización, si se detiene la rotación delantera del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E en el tiempo de compresión (S401: "TIEMPO DE COMPRESIÓN"), el dispositivo de control CT omite la etapa del accionamiento del cigüeñal 5 en rotación delantera en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe (S13). Si se detiene la rotación delantera del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E antes del tiempo de compresión (S401: "ANTES DEL TIEMPO DE COMPRESIÓN"), el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe (S13).

Excepto para la etapa S401 antes descrita, las operaciones de la unidad de motor EU según esta realización son iguales que aquellas según la primera realización.

Una situación donde se detiene la rotación delantera del cigüeñal 5 que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E en el tiempo de compresión, significa una situación donde el cigüeñal 5 está en una posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos E se inicie fácilmente incluso cuando el par de salida del motor sin escobillas de tres fases SG es bajo. En esta realización, la etapa de accionar el cigüeñal en rotación delantera en el estado donde no se recibe instrucción de inicio se omite si la rotación delantera del cigüeñal 5 se detiene en la posición que permite que el cuerpo del motor de cuatro tiempos E se inicie fácilmente. Esto puede acortar un tiempo requerido para iniciar la rotación del cigüeñal en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio. Por consiguiente, la longitud de tiempo requerido para reiniciarse tras la instrucción de parada de combustión puede acortarse adicionalmente.

[Quinta realización]

A continuación, se describirá una quinta realización de la presente invención. En la descripción de la quinta realización a continuación, los elementos correspondientes a los elementos de la primera realización tienen los

misimos símbolos de referencia, y se describirán principalmente las diferencias con la primera realización anteriormente descrita.

La figura 13 es un diagrama de bloques que muestra una configuración eléctrica básica de la unidad de motor EU según la quinta realización.

En la unidad de motor EU mostrada en la figura 13, un dispositivo de detección de la posición del rotor 850 incluye un sensor de efecto Hall. El dispositivo de detección de la posición del rotor 850 detecta las caras 37a de polo magnético proporcionadas en el rotor externo 30. El dispositivo de control CT determina la posición del rotor externo 30 en función de una variación en una señal eléctrica emitida desde el dispositivo de detección de la posición del rotor 850. El dispositivo de control CT controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61 en función de la posición del rotor externo 30. Por tanto, el dispositivo de control CT controla la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG. El dispositivo de control CT de esta realización lleva a cabo la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 no en tiempos predefinidos sino según la posición del rotor externo 30 detectada por el dispositivo de detección de la posición del rotor 850. Es decir, el dispositivo de control CT de esta realización adopta un control de retroalimentación en función de la posición del rotor externo 30 cuando se realiza la operación de encendido/apagado de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616.

El dispositivo de control CT de esta realización controla una tensión (valor de tensión) aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG controlando la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61. Con más detalle, cada una de una unidad de control de arranque 8621 y una unidad de limitación de par 8622 de un controlador de motor de arranque 862 controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61, controlando así la tensión (valor de tensión) aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG. En esta realización, el control incluye no solo permitir o bloquear selectivamente la conducción de los bobinados W del estátor sino también controlar el valor de tensión.

Más específicamente, el dispositivo de control CT realiza un control de modulación por ancho de pulsos (PWM) en la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61. El dispositivo de control CT usa una señal modulada por ancho de pulsos para realizar la operación de encendido de la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61. Por ejemplo, el dispositivo de control CT repite un periodo de conducción y un periodo de no conducción en cada una de las tres fases. El periodo de conducción es un periodo de tiempo correspondiente a 120 grados en ángulo eléctrico. El periodo de no conducción es un periodo de tiempo después del periodo de conducción y correspondiente a 60 grados en ángulo eléctrico. Al usar una señal modulada por ancho de pulsos, el dispositivo de control CT realiza la operación de encendido de, entre las partes de conmutación de las tres fases, la parte de conmutación cuya fase corresponde al periodo de conducción. Un ciclo de pulsos es más corto que un ciclo de repetición de los periodos de conducción y no conducción. En esta realización, el dispositivo de control CT y el inversor 61 controlan el coeficiente de utilización de la señal modulada por ancho de pulsos, para controlar una tensión promedia (valor de tensión) aplicada a los bobinados W del estátor del motor sin escobillas de tres fases SG. El valor de tensión promedia es, por ejemplo, un valor con promedio de tiempo de la tensión promediada por tiempo unitario. El tiempo unitario es, por ejemplo, un periodo de tiempo correspondiente al periodo de conducción. El dispositivo de control CT no solo permite o bloquea selectivamente la conducción de los bobinados W del estátor sino que también controla el valor de tensión aplicado a los bobinados W del estátor en el periodo de conducción.

El dispositivo de control CT de esta realización acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera en el estado donde una operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E y la rotación delantera del cigüeñal 5 se detienen. En este momento, en al menos parte de un intervalo desde la posición donde la rotación delantera del cigüeñal 5 se detiene hasta el final del tiempo de compresión, el dispositivo de control CT controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61 para provocar la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14. En al menos parte de un intervalo hasta el final del tiempo de compresión, el dispositivo de control CT de esta realización controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61 de manera que la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG se establece inferior a la tensión de la batería 14. Aquí, durante al menos parte de un periodo en el que el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera hasta el tiempo de compresión en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe, el dispositivo de control CT de esta realización controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61 de manera que la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG se establece inferior que la tensión de la batería 14. Es decir, durante al menos parte del periodo en que el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera hasta el tiempo de compresión en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe, el dispositivo de control CT controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61 para provocar la rotación del motor sin escobillas de tres fases SG con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14.

Más específicamente, en la rotación delantera en la etapa S13 mostrada en la figura 6, el dispositivo de control CT ajusta la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG como inferior a la tensión que se aplica al motor sin escobillas de tres fases SG cuando el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera en respuesta a la recepción de

una instrucción de inicio (S17). Con la condición de que una señal para controlar las partes de conmutación 611 a 616 tenga un coeficiente de utilización del 100 %, la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG es igual a la tensión de la batería 14. En tal condición, el motor sin escobillas de tres fases SG ejerce el par máximo obtenible desde la batería 14. El dispositivo de control CT de esta realización ajusta la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG como inferior a la tensión de la batería 14, ajustando el coeficiente de utilización de la señal para controlar las partes de conmutación 611 a 616 como inferior al 100 %. Esto provoca que el motor sin escobillas de tres fases SG rote con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14.

En la manera descrita anteriormente, el dispositivo de control CT acciona el cigüeñal 5 en rotación delantera hasta el tiempo de compresión mientras se provoca que el motor sin escobillas de tres fases SG rote con un par limitado inferior al par máximo obtenible desde la batería 14. En esta realización, por lo tanto, el cigüeñal 5 pasa por el tiempo de compresión a una velocidad baja, por lo que es menos probable que el cigüeñal 5 esté afectado por una fuerza de reacción de compresión de gas. Por tanto, en esta realización, de forma similar a la primera realización, una resistencia que la fuerza de reacción de compresión aplica a la rotación del cigüeñal 5 se suprime, lo que permite que el cigüeñal 5 se mueva al tiempo de compresión en un tiempo más corto. Por consiguiente, la longitud de tiempo requerido para el reinicio se acorta con una fiabilidad mejorada.

El dispositivo de control CT de esta realización ajusta la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG como inferior a la tensión de la batería 14, durante al menos parte de un periodo desde cuando una instrucción de inicio se recibe en el estado donde la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos E y la rotación delantera del cigüeñal 5 se detienen a cuando el cigüeñal 5 accionado en rotación delantera se mueve al tiempo de compresión. El dispositivo de control CT controla la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 del inversor 61 para accionar el cigüeñal 5 en la rotación delantera con el ajuste de la tensión aplicada desde la batería 14 al motor sin escobillas de tres fases SG como inferior a la tensión de la batería 14.

Más específicamente, en el control de limitación de par en la etapa S15 de la figura 6, el dispositivo de control CT ajusta la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG como inferior a la tensión de la batería 14, ajustando el coeficiente de utilización de la señal para controlar la pluralidad de partes de conmutación 611 a 616 como inferior al 100 %. Como resultado, de forma similar a la primera realización, el par del motor sin escobillas de tres fases SG se limita durante al menos parte del periodo desde cuando una instrucción de inicio se recibe a cuando el cigüeñal 5 accionado en rotación delantera se mueve al tiempo de compresión. Ya que el par del motor sin escobillas de tres fases SG se limita, la velocidad de la rotación delantera del cigüeñal disminuye. Esto suprime una resistencia que la fuerza de reacción de compresión aplica a la rotación del cigüeñal. En consecuencia, para iniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio, el cigüeñal puede moverse al tiempo de compresión en un tiempo más corto. Por consiguiente, como en la primera realización, la longitud de tiempo requerido para reiniciarse tras la instrucción de parada de combustión puede acortarse adicionalmente.

[Motocicleta]

La figura 14 es un diagrama que muestra el aspecto externo de un vehículo en el que se monta la unidad de motor de acuerdo con cualquiera de la primera a quinta realizaciones.

Un vehículo A mostrado en la figura 14 incluye una unidad de motor EU, una carrocería del vehículo 101, ruedas 102 y 103 y una batería 14. La unidad de motor EU puede ser cualquiera de las unidades de motor EU según las primeras a quintas realizaciones. La unidad de motor EU, montada en el vehículo A, acciona la rueda 103, que es una rueda de accionamiento, por lo que la rueda 103 rota para provocar que el vehículo A viaje.

El vehículo A mostrado en la figura 14 se equipa con la unidad de motor de cuatro tiempos para el uso en el vehículo. La unidad de motor de cuatro tiempos, en la que la capacidad de inicio temprano se asegura, tiene una resistencia al calor y además tiene una simple estructura con capacidad de montaje mejorada en el vehículo. Por consiguiente, el vehículo A puede fabricarse compacto en su conjunto.

El vehículo A, mostrado en la figura 14, es una motocicleta. El vehículo de la presente invención no se limita a las motocicletas. Entre los ejemplos del vehículo de la presente invención se incluye una motocicleta del tipo *scooter*, una motocicleta del tipo ciclomotor, una motocicleta del tipo todoterreno y una motocicleta del tipo carretera. También se aceptan los vehículos del tipo montar a horcajadas distintos de las motocicletas. Por ejemplo, un ATV (Vehículo Todoterreno) es aceptable. El vehículo de la presente invención no se limita a vehículos del tipo montar a horcajadas, y puede ser un vehículo de cuatro ruedas que incluya un habitáculo para pasajeros, por ejemplo.

El dispositivo de control CT puede usar un detector diferente del dispositivo de detección de la posición del rotor 50 para detectar la rotación y parar la rotación del cigüeñal 5. En un ejemplo aceptable, la unidad de motor incluye un sensor de efecto Hall o un codificador rotativo, y el dispositivo de control detecta la rotación y detiene la rotación del cigüeñal 5 en función de la detección de una señal emitida desde el sensor de efecto Hall o el codificador rotativo.

En esta realización, el dispositivo de control CT configurado para disminuir el índice de limitación del par de salida si el cigüeñal 5 alcanza la posición de carga más alta, se ilustra como un ejemplo del dispositivo de control. El dispositivo de control de la presente invención, sin embargo, no se limita a esto. Por ejemplo, el dispositivo de control se puede configurar para, después de que el cigüeñal alcance la posición de carga más alta, Continuar la rotación con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14 hasta que el motor se arranca.

En esta realización, el dispositivo de control CT configurado para provocar que el motor sin escobillas de tres fases SG rote con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14 durante el periodo en que el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera hasta el tiempo de compresión en el estado donde no se recibe instrucción de inicio, se ilustra como un ejemplo del dispositivo de control. El dispositivo de control de la presente invención, sin embargo, no se limita a esto. Por ejemplo, el dispositivo de control puede configurarse para provocar que el motor sin escobillas de tres fases SG rote con un par inferior al par máximo obtenible desde la batería 14 durante parte del periodo en que el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera hasta el tiempo de compresión en el estado donde no se recibe instrucción de inicio.

En esta realización, el dispositivo de control CT configurado para ajustar la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG como inferior a la tensión de la batería 14 durante el periodo en que el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera hasta el tiempo de compresión en el estado donde no se recibe instrucción de inicio, se ilustra como un ejemplo del dispositivo de control. El dispositivo de control de la presente invención, sin embargo, no se limita a esto. Por ejemplo, el dispositivo de control puede configurarse para ajustar la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG como inferior a la tensión de la batería durante parte del periodo en que el cigüeñal 5 se acciona en rotación delantera hasta el tiempo de compresión en el estado donde no se recibe instrucción de inicio.

En esta realización, el dispositivo de control CT configurado para ajustar la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG como inferior a la tensión de la batería 14 en un periodo desde cuando se recibe una instrucción de inicio a cuando el cigüeñal se mueve más allá del tiempo de compresión, se ilustra como un ejemplo del dispositivo de control. El dispositivo de control de la presente invención, sin embargo, no se limita a esto. Por ejemplo, el dispositivo de control puede configurarse para ajustar la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases SG como inferior a la tensión de la batería 14 durante parte del periodo desde cuando se recibe una instrucción de inicio a cuando el cigüeñal se mueve más allá del tiempo de compresión.

En esta realización, el dispositivo de control CT configurado para ajustar el coeficiente de utilización de la señal para controlar las partes de conmutación 611 a 616 como inferior al 100 %, se ilustra como un ejemplo del dispositivo de control que ajusta la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases como inferior a la tensión de la batería. El dispositivo de control de la presente invención, sin embargo, no se limita a esto. En un ejemplo posible, el dispositivo de control incluye un circuito de limitación de tensión dispuesto entre la parte de conmutación y la batería, y el circuito de limitación de tensión ajusta la tensión aplicada a la parte de conmutación como inferior a la tensión de la batería.

La realización ilustra el caso en el que el cuerpo del motor de cuatro tiempos E es un motor de un solo cilindro. El motor de la presente invención, sin embargo, no está limitado en particular, siempre y cuando el motor disponga de una región de carga alta y de una región de carga baja. Por tanto, también puede utilizarse un motor de varios cilindros. Los ejemplos del motor distintos del motor ilustrado en esta realización incluyen un motor recto de único cilindro, un motor en paralelo de dos cilindros, un motor en línea de dos cilindros, un motor en V de dos cilindros y un motor de dos cilindros horizontales opuestos. El número de cilindros incluidos en el motor multicilíndrico no está limitado de manera particular. El motor multicilíndrico puede ser, por ejemplo, un motor de cuatro cilindros. Aquí, algunos de los motores de cuatro cilindros no tienen una región de carga baja. Por ejemplo, puede destacarse un motor de cuatro cilindros configurado de manera que los tiempos de compresión de los cilindros se produzcan a intervalos iguales (un motor de cuatro cilindros configurado de modo que la explosión se produce a intervalos iguales). Dicho motor que no dispone de región de carga baja no se ajusta a la definición del motor de la presente invención.

Lista de signos de referencia

A	vehículo
CT	dispositivo de control
E	cuerpo del motor de cuatro tiempos
EU	unidad de motor
SG	motor sin escobillas de tres fases
5	cigüeñal
29	bujía
62, 862	controlador de motor de arranque

63	controlador de combustión
61	inversor
611-616	parte de conmutación

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de motor (EU) montable en un vehículo (A), comprendiendo la unidad de motor (EU):

5 un cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) en el que una región de carga alta y una región de carga baja ocurren durante cuatro tiempos, la región de carga alta teniendo una carga alta en la rotación de un cigüeñal (5), teniendo la región de carga baja una carga en la rotación del cigüeñal (5) menor que la de la región de carga alta;
 10 un motor sin escobillas de tres fases (SG) configurado para iniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) accionando el cigüeñal (5) en rotación delantera en respuesta a la recepción de una instrucción de inicio, el motor sin escobillas de tres fases (SG) pudiendo accionarse por una batería proporcionada en el vehículo (A);
 un inversor (61) que incluye una pluralidad de partes de conmutación (611-616) configurado para controlar una tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases (SG);
 15 y un dispositivo de control (CT) que incluye un controlador de motor de arranque (82, 862) y un controlador de combustión (63), el controlador de motor de arranque (82, 862) configurándose para controlar la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases (SG) controlando la pluralidad de partes de conmutación (611-616) incluidas en el inversor (61), configurándose el controlador de combustión (63) para controlar una operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos (E), configurándose el dispositivo de control (CT) para realizar tal operación que:

20 tras detenerse la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) y la rotación delantera del cigüeñal (5), el dispositivo de control (CT) controla la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases (SG) controlando la pluralidad de partes de conmutación (611-616) del inversor (61) en un estado donde la instrucción de inicio no se recibe mientras la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) y la rotación delantera del cigüeñal (5) se detienen, para accionar el cigüeñal (5)
 25 en la rotación delantera desde una posición detenida a un tiempo de compresión incluido en los cuatro tiempos y luego detener el cigüeñal (5) en el tiempo de compresión; y
 tras recibir la instrucción de inicio tras detenerse la rotación delantera del cigüeñal (5) provocada bajo el control de la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases (SG) en el tiempo de compresión, el dispositivo de control (CT) controla la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases (SG), para accionar el cigüeñal (5) en la rotación delantera desde una posición donde el cigüeñal (5) se ubica
 30 en un punto temporal cuando se recibe la instrucción de inicio.

2. La unidad de motor (EU) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) incluye una cámara de combustión y un dispositivo de descompresión (D) configurado para aliviar la presión en la
 35 cámara de combustión durante el tiempo de compresión,
 el dispositivo de descompresión (D) se activa durante al menos parte de un periodo de tiempo en el que el dispositivo de control (CT) acciona el cigüeñal (5) en rotación delantera controlando la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases (SG).

3. La unidad de motor (EU) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que
 40 el motor sin escobillas de tres fases (SG) incluye un estátor (40) y un rotor (30), incluyendo el estátor (40) una pluralidad de dientes (43) dispuestos en una dirección circunferencial y bobinados (W) enrollado cada uno en cada uno de la pluralidad de dientes (43), estando dispuesto el rotor (30) opuesto al estátor (40), rotando el rotor (30) junto con el cigüeñal (5), incluyendo el rotor (30) caras (37a) de polo magnético, el número de las caras (37a) de polo
 45 magnético siendo más de 2/3 del número de la pluralidad de dientes (43),
 el dispositivo de control (CT) se configura para controlar la tensión aplicada desde la batería a cada uno de la pluralidad de bobinados (W) del motor sin escobillas de tres fases (SG) controlando la pluralidad de partes de conmutación (611-616) del inversor (61), para accionar el cigüeñal (5) en la rotación delantera.

4. La unidad de motor (EU) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que
 50 en al menos parte de un intervalo hasta el final del tiempo de compresión, el dispositivo de control (CT) se configura para controlar la pluralidad de partes de conmutación (611-616) del inversor (61) para provocar la rotación delantera del motor sin escobillas de tres fases (SG) con un par inferior a un par máximo obtenible desde la batería.

5. La unidad de motor (EU) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que
 55 en al menos parte de un intervalo hasta el final del tiempo de compresión, el dispositivo de control (CT) se configura para accionar el cigüeñal (5) en rotación delantera mientras controla la pluralidad de partes de conmutación (611-616) del inversor (61) para ajustar la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases (SG) para ser menor que una tensión de la batería.

6. La unidad de motor (EU) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que
 60 tras recibir la instrucción de inicio en medio del accionamiento del cigüeñal (5) en rotación delantera hasta el tiempo de compresión mientras se controla la tensión aplicada al motor sin escobillas de tres fases (SG) controlando la pluralidad de partes de conmutación (611-616) del inversor (61) en el estado donde la instrucción de inicio no se

recibe mientras la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) y la rotación delantera del cigüeñal (5) se detienen, el dispositivo de control (CT) se configura para continuar la rotación delantera del cigüeñal (5) más allá del tiempo de compresión sin detener la rotación delantera en el tiempo de compresión, para iniciar el cuerpo del motor de cuatro tiempos (E).

5 7. La unidad de motor (EU) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que si se detiene la rotación delantera del cigüeñal (5) que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) en el tiempo de compresión, el dispositivo de control (CT) se configura para omitir el accionamiento del cigüeñal (5) en rotación delantera en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe.

10 8. La unidad de motor (EU) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que en el estado donde la instrucción de inicio no se recibe mientras se detienen la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) y la rotación delantera del cigüeñal (5), el dispositivo de control (CT) se configura para
15 accionar el cigüeñal (5) en la rotación delantera hasta el tiempo de compresión si la posición donde se ha detenido la rotación delantera del cigüeñal (5) que ha continuado desde la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) está en un primer intervalo incluido en los cuatro tiempos, y accionar el cigüeñal (5) en la rotación inversa si la posición donde se ha detenido la rotación delantera del cigüeñal (5) que ha continuado desde
20 la parada de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) está en un segundo intervalo incluido en los cuatro tiempos.

25 9. La unidad de motor (EU) de acuerdo con la reivindicación 8, en la que el primer intervalo se extiende desde un punto de inicio a un punto final en una dirección de rotación delantera, el punto de inicio ubicándose dentro de un intervalo que se extiende desde un centro muerto superior de compresión a un centro muerto superior de escape en la dirección de rotación delantera, el punto final ubicándose dentro del tiempo de compresión, extendiéndose el segundo intervalo desde el centro muerto superior de compresión al punto de inicio del primer intervalo en la dirección de rotación delantera.

30 10. La unidad de motor (EU) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que durante un periodo de tiempo predeterminado tras el inicio de la operación de combustión del cuerpo del motor de cuatro tiempos (E) accionando el cigüeñal (5) en rotación delantera en respuesta a la recepción de la instrucción de inicio, el dispositivo de control (CT) se configura para controlar la tensión aplicada desde la batería al motor sin escobillas de tres fases (SG) controlando la pluralidad de partes de conmutación (611-616) del inversor (61), para
35 acelerar la rotación delantera del cigüeñal (5).

11. La unidad de motor (EU) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que después de que se haya iniciado el cuerpo del motor de cuatro tiempos (E), el motor sin escobillas de tres fases (SG) rota junto con la rotación del cigüeñal (5), para funcionar como un generador que genera una corriente para
40 cargar la batería.

12. Un vehículo (A) que comprende la unidad de motor (EU) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

45

FIG.1

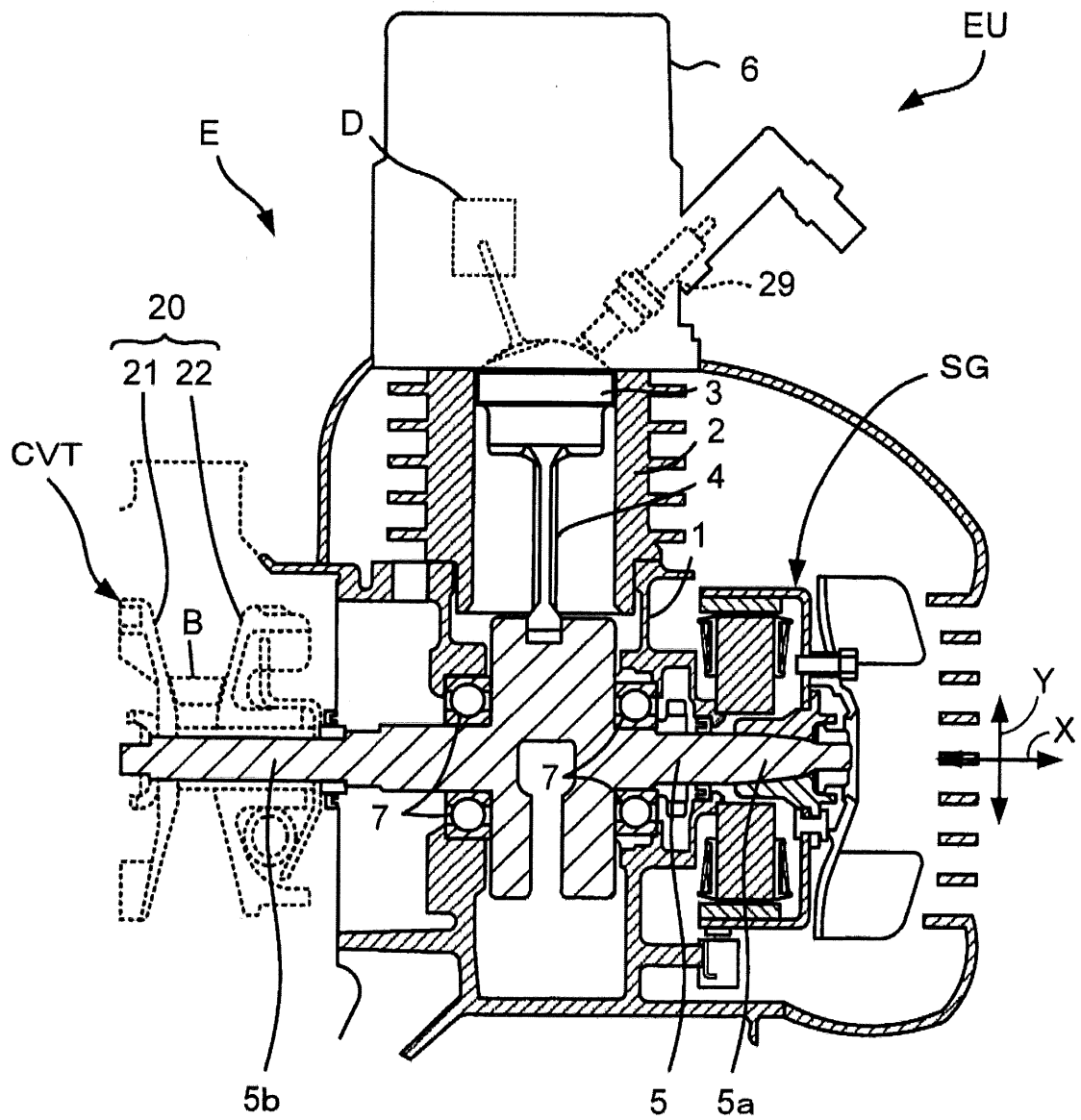


FIG.2

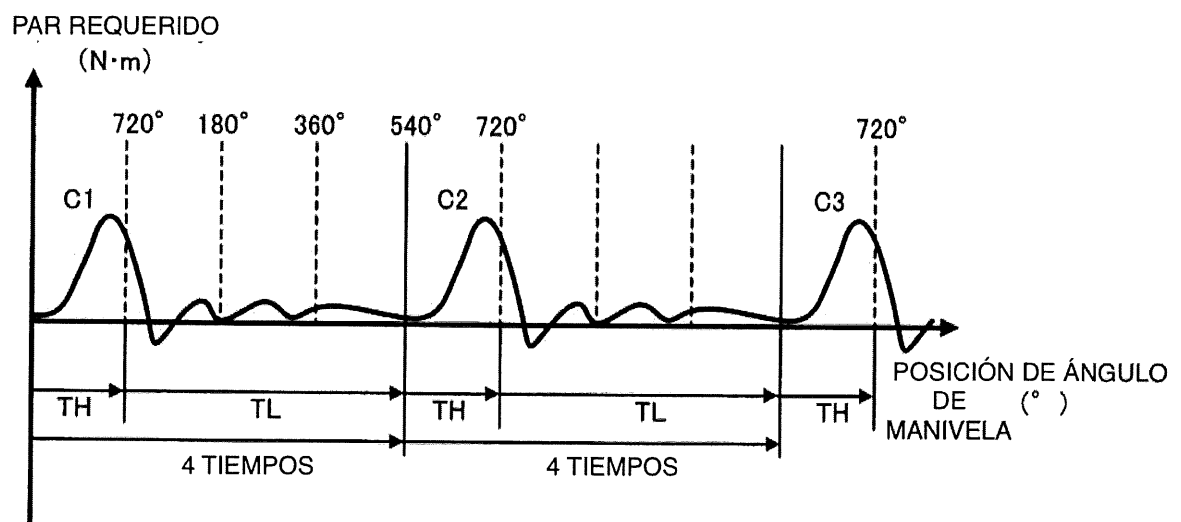


FIG.3

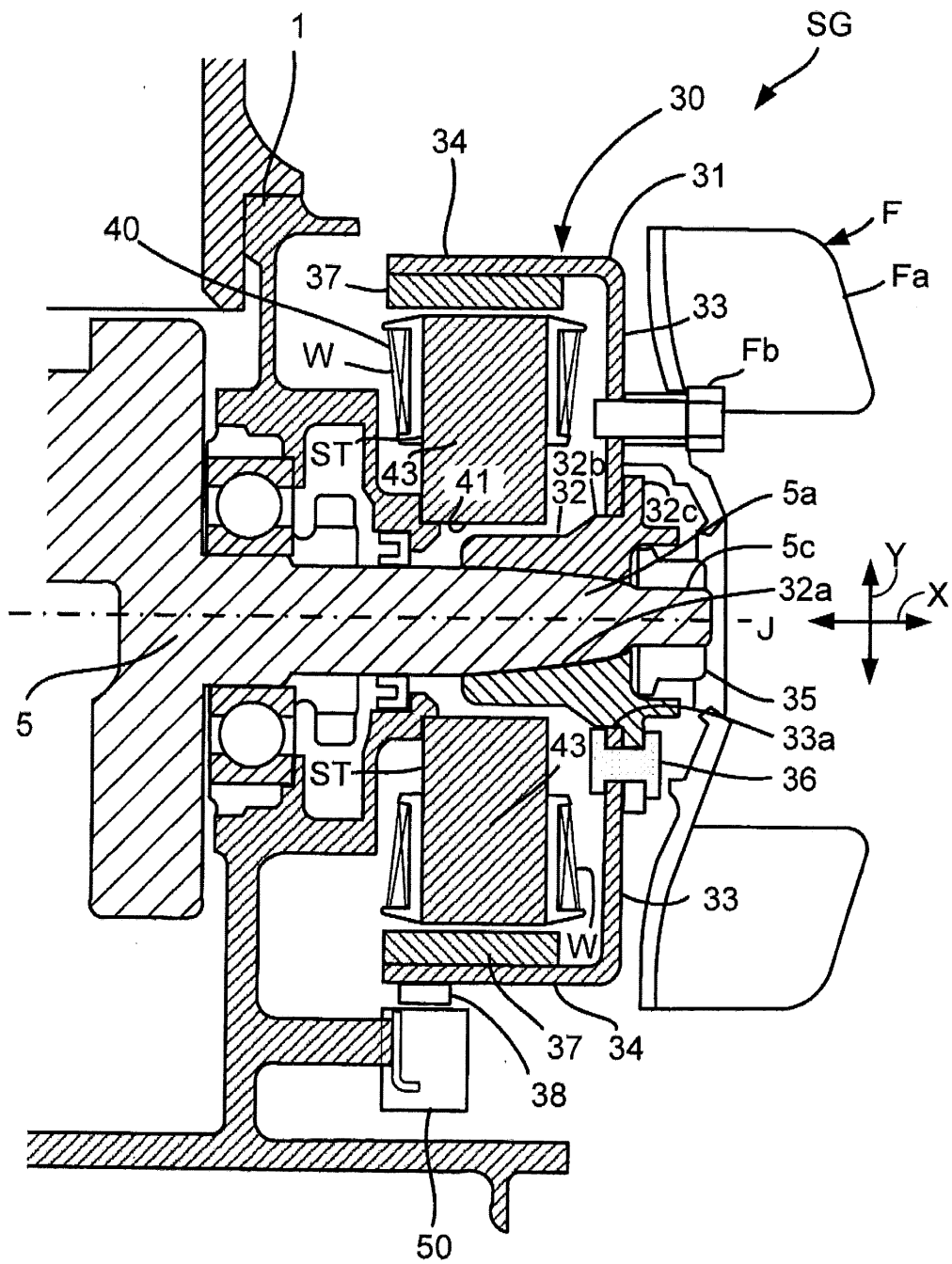


FIG.4

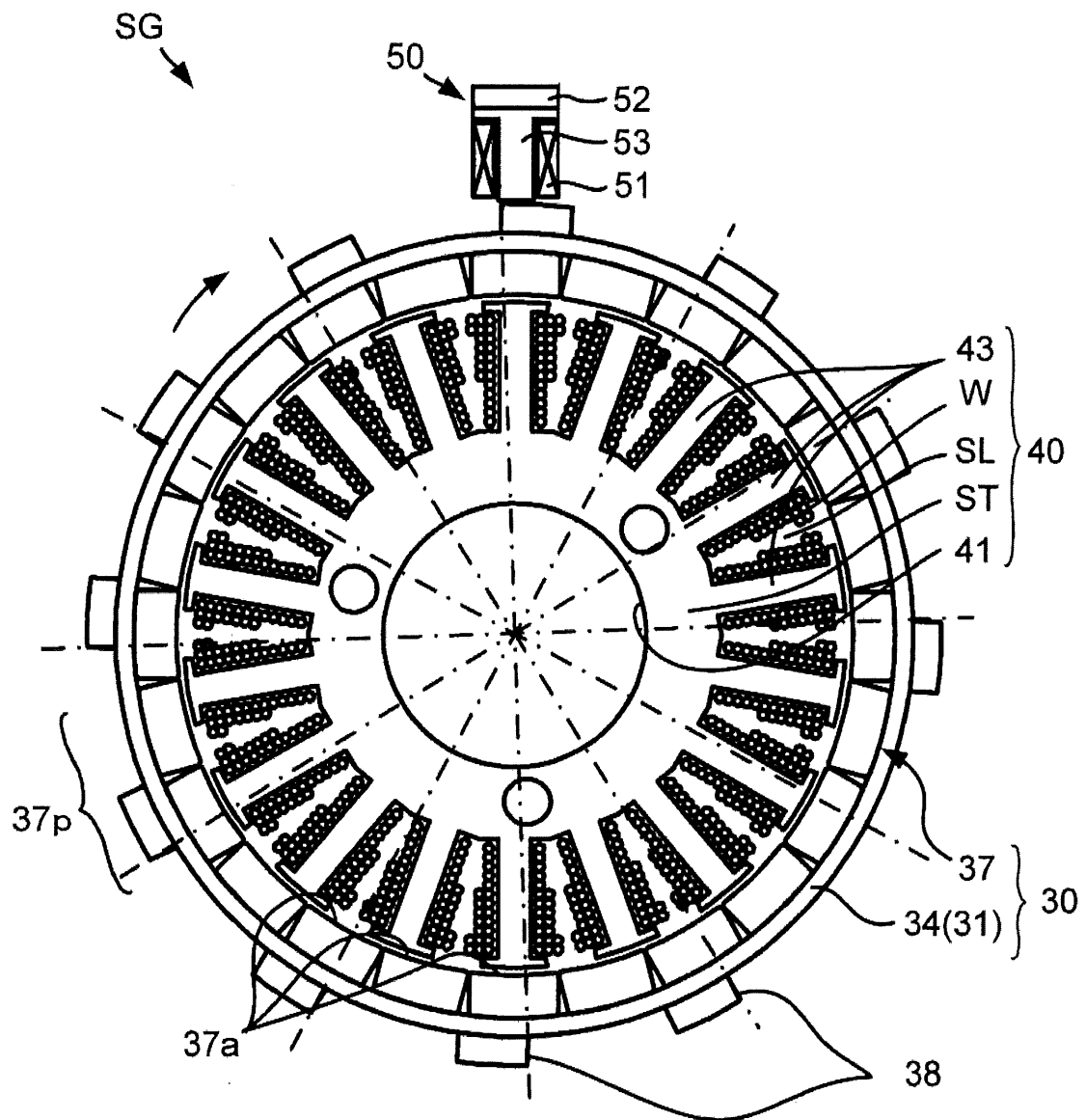


FIG. 5

23

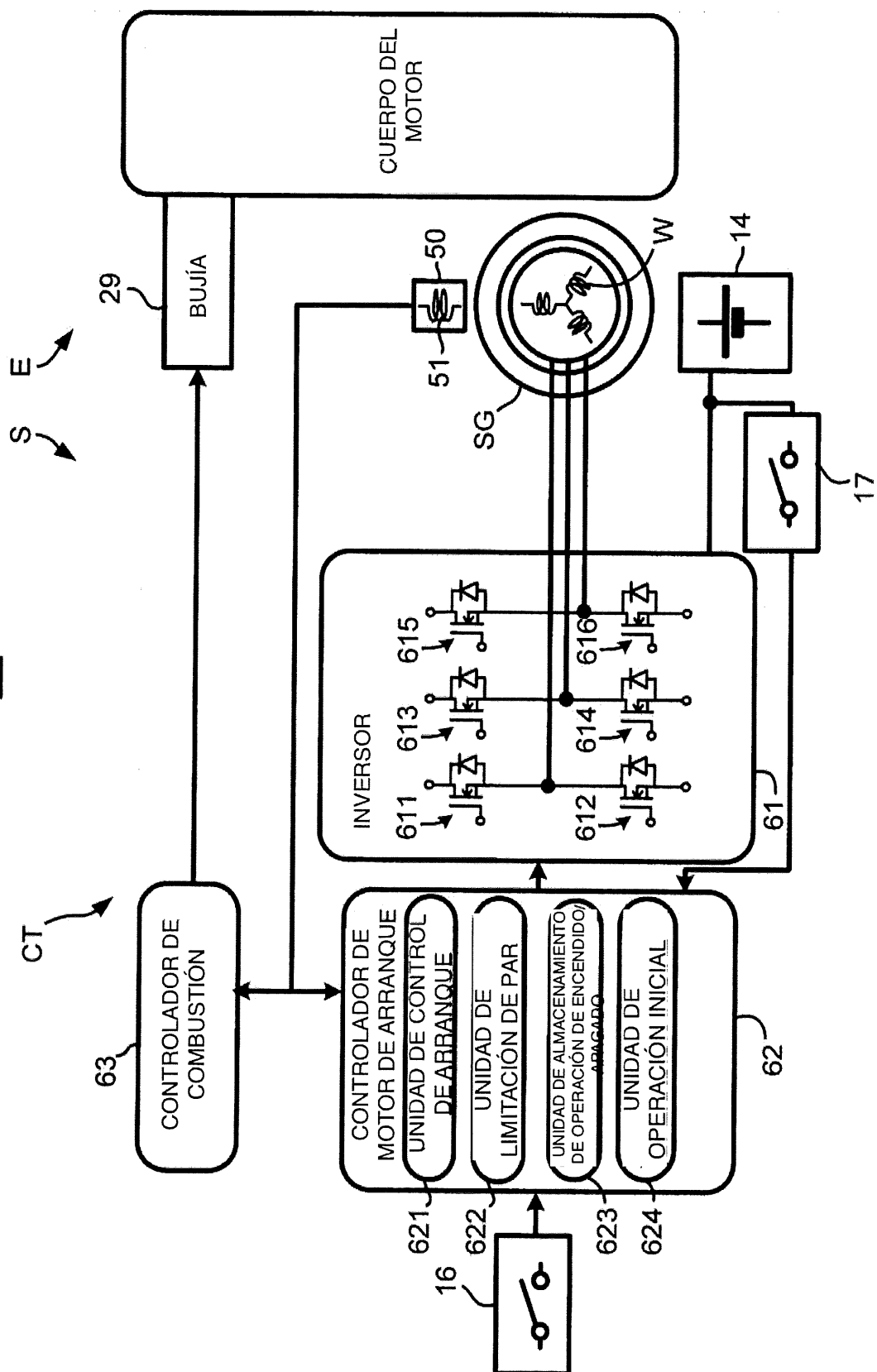


FIG.6

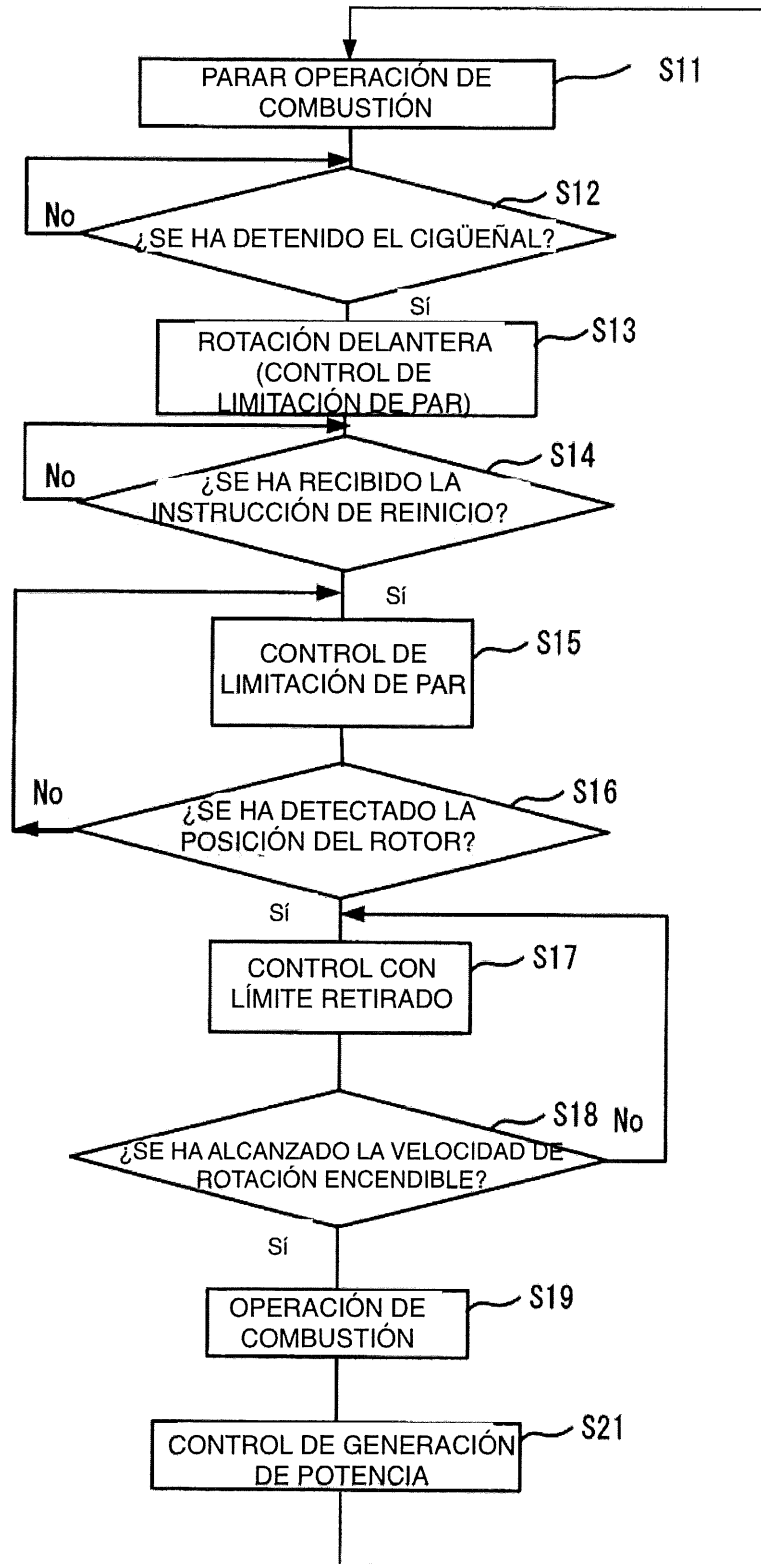
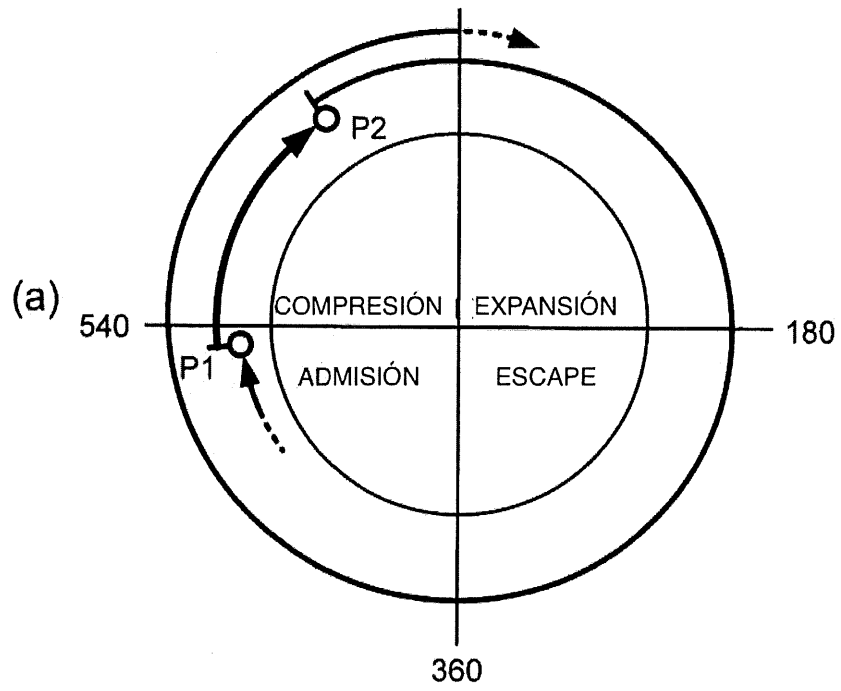


FIG.7

0(720) [grad.]



0(720) [grad.]

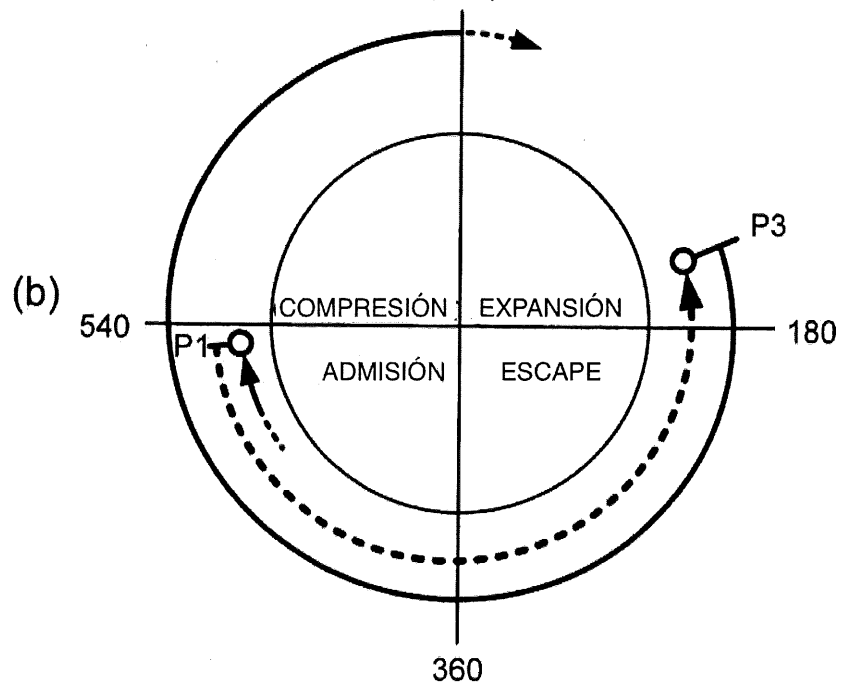


FIG.8

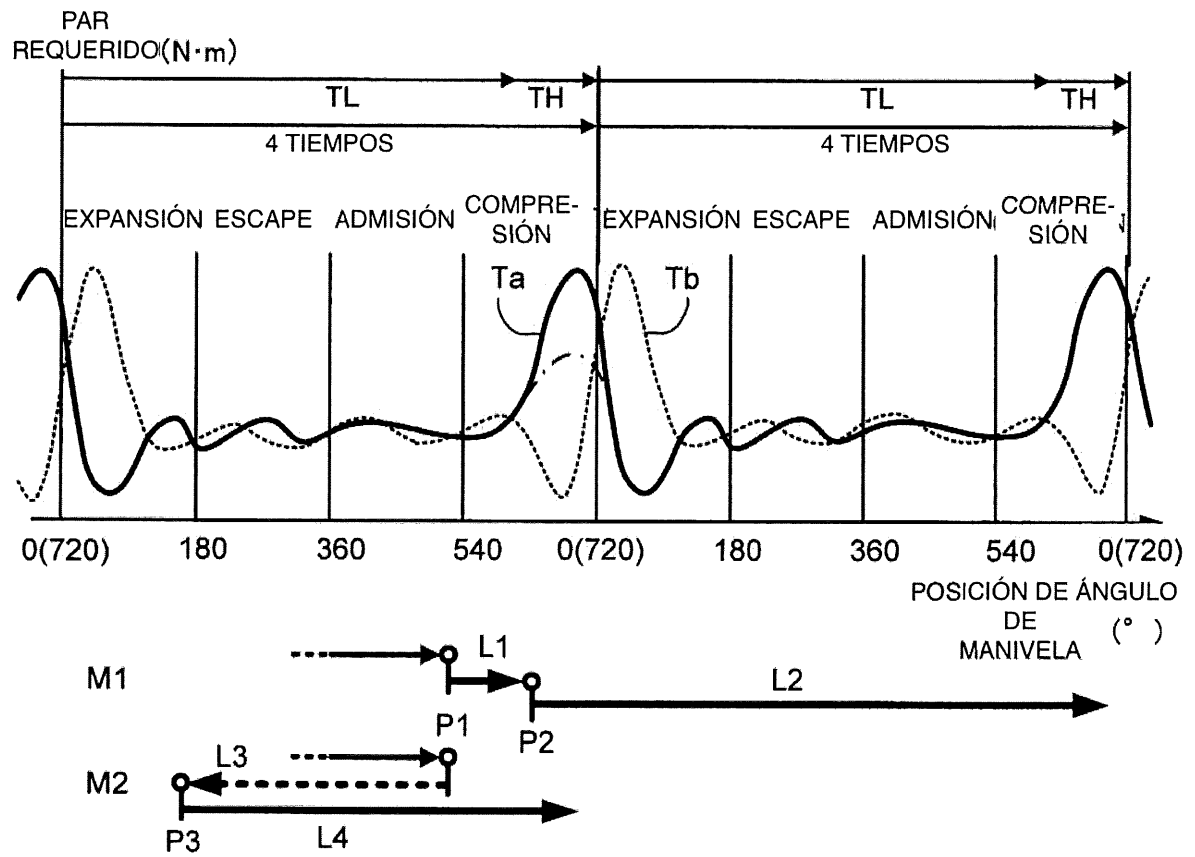
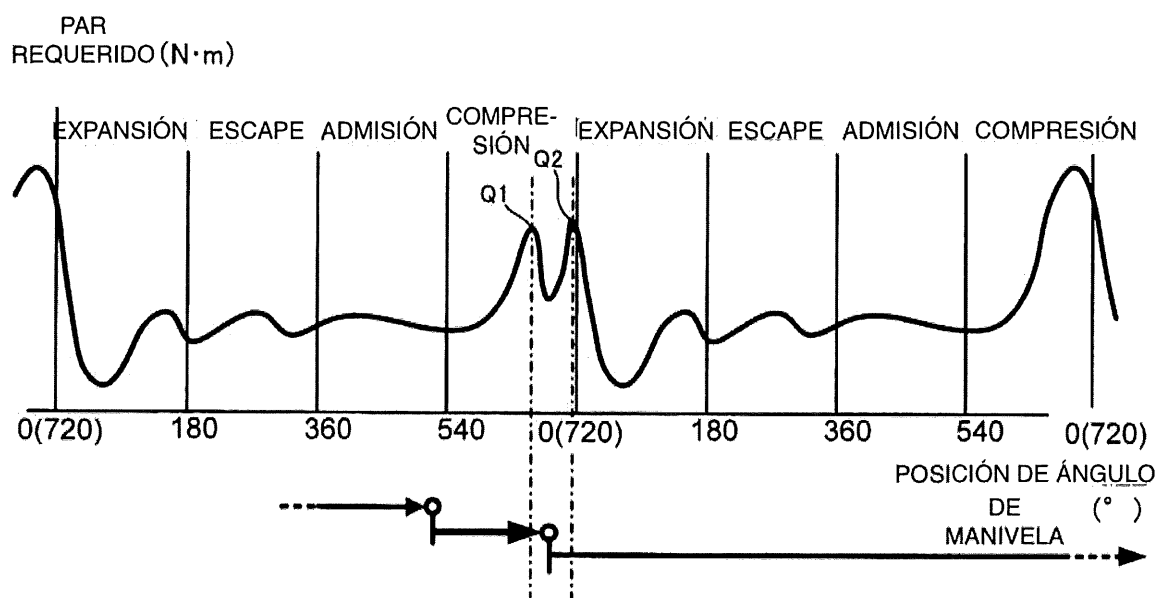


FIG.9



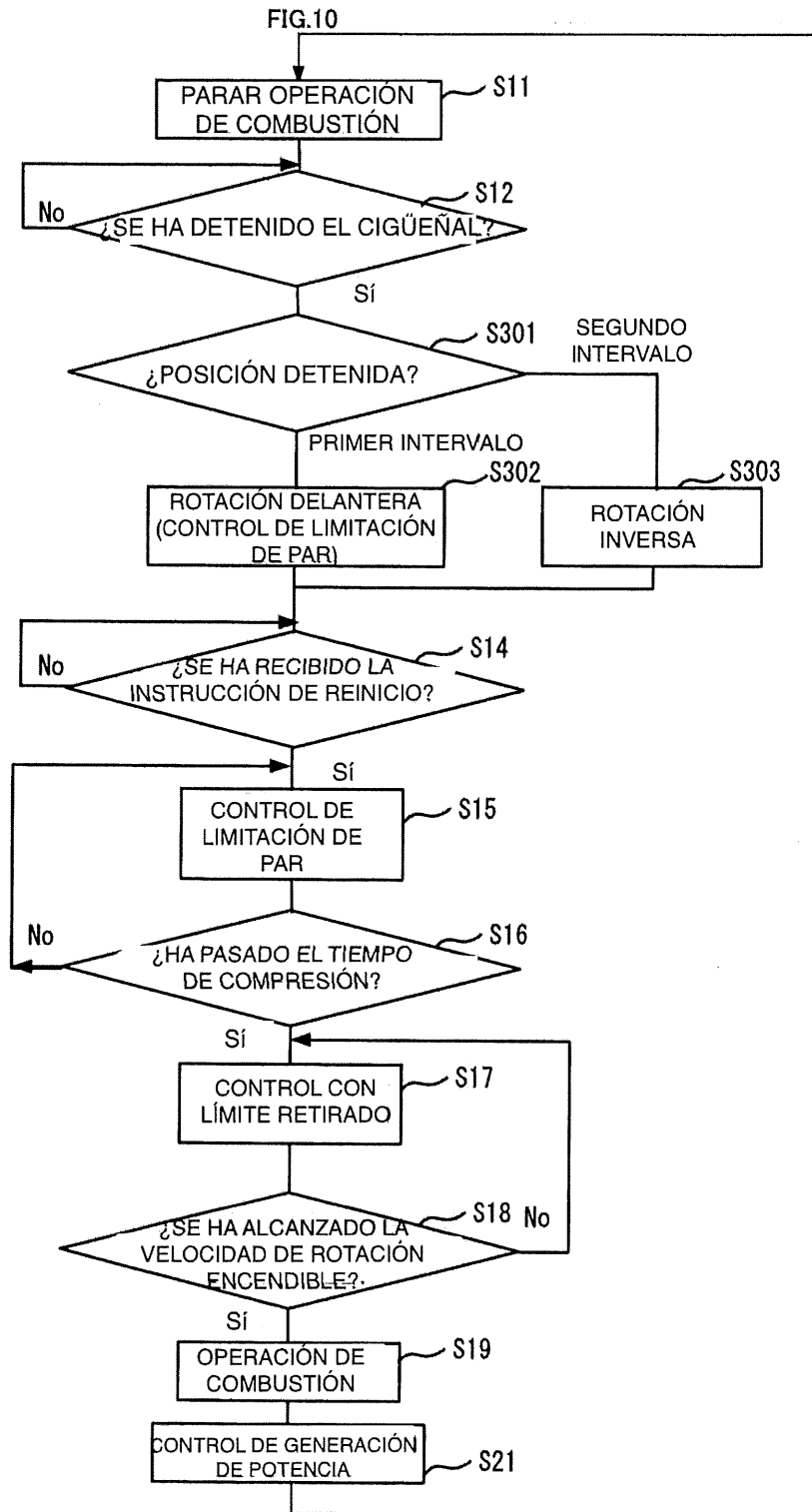
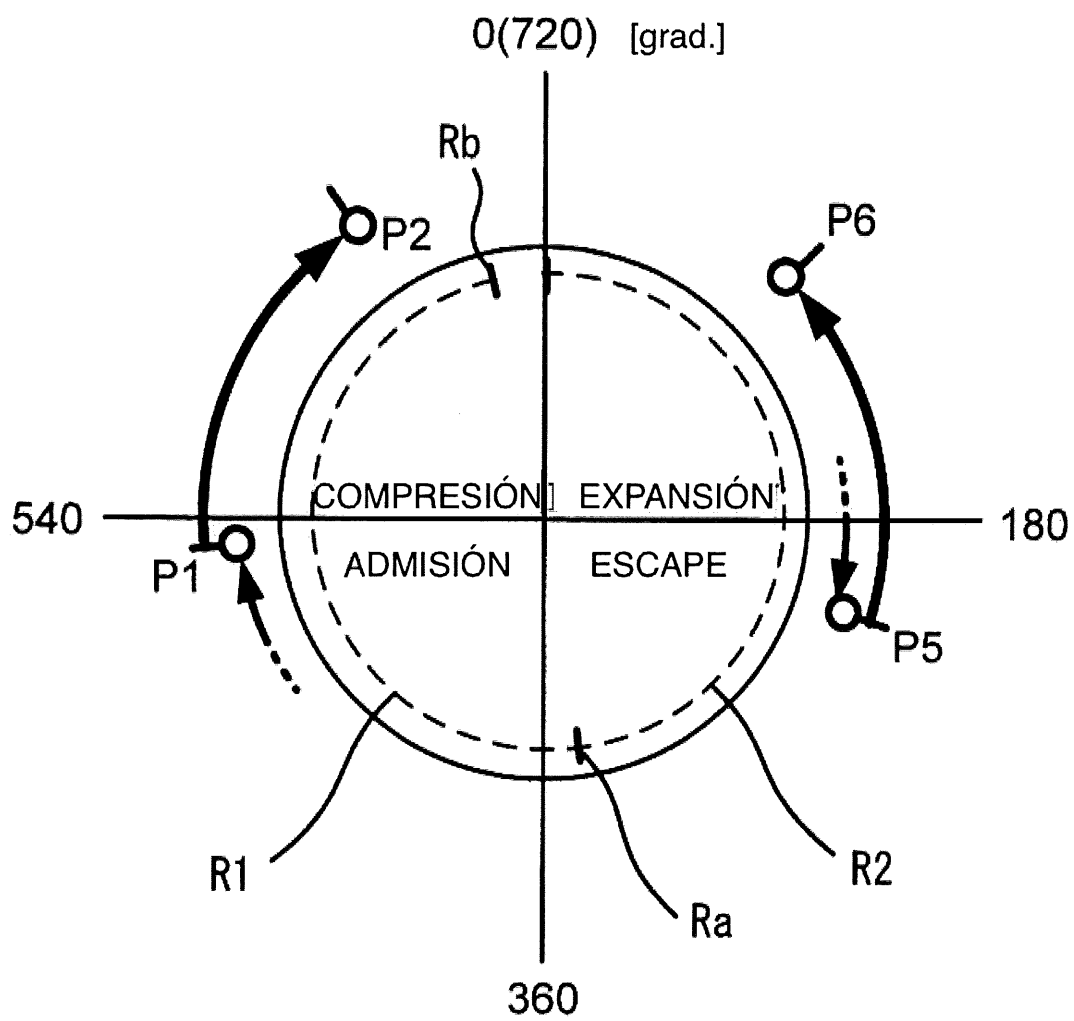


FIG.11



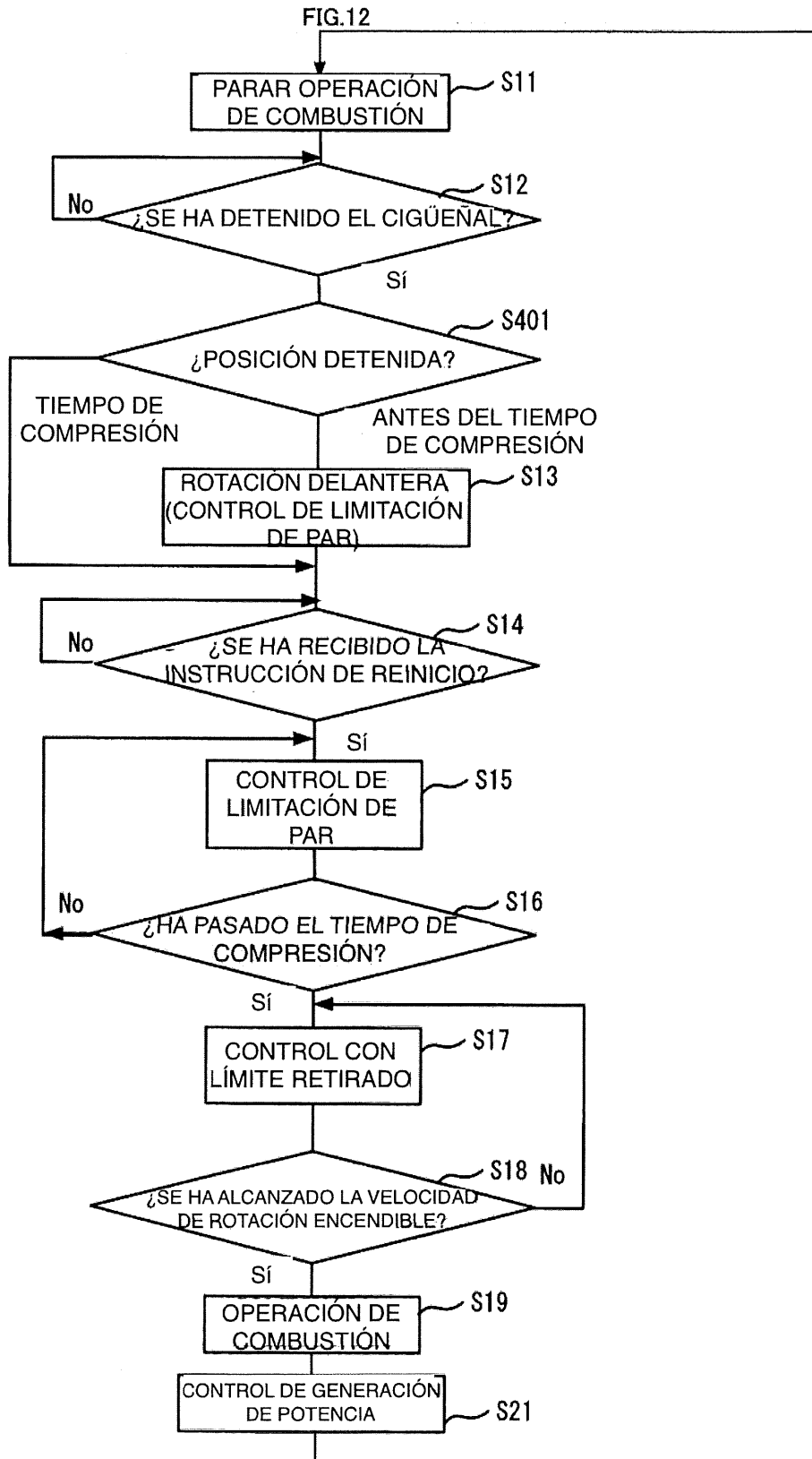


FIG.14

