

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 461**

51 Int. Cl.:
B60T 8/1755 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06713350 .4**
96 Fecha de presentación: **02.02.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1849745**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.10.2007**

54 Título: **CONTROLADOR DE FUERZA DE FRENADO/ACCIONAMIENTO PARA UN VEHÍCULO.**

30 Prioridad:
02.02.2005 JP 2005026758

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.01.2012

73 Titular/es:
**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
1, TOYOTA-CHO
TOYOTA-SHI, AICHI-KEN, 471-8571, JP**

72 Inventor/es:
**MAEDA, Yoshinori;
OKUMURA, Kazuya;
TSUCHIDA, Michitaka;
URAGAMI, Yoshio;
YOSHIZUE, Kensuke;
ANDO, Satoshi y
SUGIYAMA, Koji**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 372 461 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Controlador de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento de vehículo, y más particularmente a un aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo que controla la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda.

10

Antecedentes de la técnica

Como aparatos de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo, tal como un automóvil, se conoce convencionalmente un aparato de control de fuerza de accionamiento, tal como se da a conocer en la solicitud de patente japonesa no examinada n.º HEI9-309357 por ejemplo, para realizar un control de distribución de fuerza de accionamiento aplicada a las ruedas izquierdas y derechas para ejercer un momento de guiñada requerido para un vehículo. Además, ya se conoce un aparato de control de fuerza de frenado que controla una fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada mediante el control de las fuerzas de frenado de las ruedas para garantizar la estabilidad en circulación de un vehículo. Este aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento puede mejorar la estabilidad en circulación de un vehículo.

15

20

25

En general, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada pueden controlarse a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas. Sin embargo, existe una limitación en la fuerza de frenado/accionamiento que puede generarse por cada rueda. Por tanto, puede darse el caso de que la fuerza de frenado/accionamiento y/o el momento de guiñada requeridos para que el vehículo supere el valor que puede obtenerse mediante el control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas. Esta situación no se considera en el aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento convencional mencionado anteriormente, y es necesario realizar una mejora en este punto.

30

La patente US n.º 5.702.165 da a conocer un sistema de control de comportamiento de un vehículo en el que se considera si el vehículo está en un estado de sobreviraje o un estado de subviraje mediante el frenado selectivo de las ruedas individuales según un momento de guiñada objetivo y una fuerza longitudinal objetivo. Un objetivo esencial del comportamiento cambia entre el momento de guiñada objetivo y la fuerza longitudinal objetivo según si el vehículo está en el estado de sobreviraje o en el estado de subviraje.

35

Descripción de la invención

La presente invención se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la circunstancia descrita anteriormente en el aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo convencional que está configurado para controlar la fuerza de frenado/accionamiento y el momento de guiñada del vehículo a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas, y el principal objetivo de la presente invención es lograr una fuerza de frenado/accionamiento y un momento de guiñada, que se requieren para el vehículo, en la medida de lo posible dentro de los intervalos de las fuerzas de frenado/accionamiento que pueden generarse por las ruedas a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas de manera que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada se convierte en la razón de la fuerza de frenado/accionamiento y el momento de guiñada, requerida para el vehículo, dentro del intervalo de las fuerzas de frenado/accionamiento que pueden generarse por las ruedas.

40

45

El principal objetivo mencionado anteriormente puede lograrse mediante un aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo que comprende unos medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento que pueden aplicar fuerzas de frenado/accionamiento a ruedas; unos medios para detectar una magnitud de operación de accionamiento por parte de un ocupante; unos medios para calcular una fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y un momento de guiñada objetivo del vehículo, que debe generarse por la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas, basándose al menos en la cantidad de la operación de accionamiento por parte del ocupante; y unos medios de control para controlar la fuerza de frenado/accionamiento aplicada a cada rueda por los medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento de manera que, cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo y/o el momento de guiñada objetivo no puede lograrse mediante la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada del vehículo por las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas adoptan los valores más grandes dentro del intervalo, en el que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada del vehículo a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas coincide sustancialmente con la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y el momento de guiñada objetivo del vehículo a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas.

60

65

Con esta configuración, cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo y/o el momento de guiñada objetivo no puede lograrse mediante la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas, la fuerza de frenado/accionamiento

5 aplicada a cada rueda por los medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento se controla de manera que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada procedente de las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo de las ruedas adoptan los valores más grandes dentro del intervalo en el que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada procedente de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas coincide sustancialmente con la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo y el momento de guiñada objetivo, por lo que la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda se controla de manera que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada coincide sustancialmente con la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo y el momento de guiñada objetivo. Por tanto, la fuerza de frenado/accionamiento y el momento de guiñada requeridos para el vehículo pueden lograrse en la medida de lo posible dentro del intervalo de las fuerzas de frenado/accionamiento que pueden generarse por las ruedas.

15 Los medios de control preferiblemente controlan la fuerza de frenado/accionamiento aplicada a cada rueda por los medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento en los que, un punto de intersección de un segmento, que conecta el punto que muestra la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y el momento de guiñada objetivo del vehículo y el origen, y una línea que indica los valores más grandes de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada por las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas se define como un punto objetivo en una coordenada rectangular con la fuerza de accionamiento/de frenado del vehículo y el momento de guiñada del vehículo como ejes de coordenadas, de manera que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada del vehículo procedente de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas adoptan los valores en el punto objetivo.

25 Con esta configuración, la fuerza de frenado/accionamiento aplicada a cada rueda por los medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento se controla de manera que, un punto de intersección de un segmento, que conecta el punto que muestra la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y el momento de guiñada objetivo del vehículo y el origen, y una línea que indica los valores más grandes de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada procedente de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas se define como el punto objetivo en una coordenada rectangular con la fuerza de accionamiento/de frenado del vehículo y el momento de guiñada del vehículo como ejes de coordenadas, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo de cada rueda y el momento de guiñada por las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas adoptan los valores en el punto objetivo. Por tanto, la razón de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada coincide de manera segura con la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo y el momento de guiñada objetivo y la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada procedente de la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas adoptan los valores más grandes, con el resultado de que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada requeridos para el vehículo pueden lograrse en la medida de lo posible dentro del intervalo de las fuerzas de frenado/accionamiento que pueden generarse por las ruedas.

40 Los medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento pueden aplicar la fuerza de frenado/accionamiento de manera independiente a cada rueda.

45 Con esta configuración, los medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento aplican la fuerza de frenado/accionamiento de manera independiente a cada rueda, por lo que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada requeridos para el vehículo pueden lograrse en la medida de lo posible dentro del intervalo de la fuerza de frenado/accionamiento que puede generarse por las ruedas a través del control independiente de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas.

50 Los medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento pueden aplicar de manera independiente la fuerza de frenado a cada rueda, y pueden aplicar una fuerza de accionamiento a partir de unos medios de accionamiento, común a las ruedas derecha e izquierda, a las ruedas derecha e izquierda de tal manera que la distribución de las fuerzas de accionamiento a las ruedas derecha e izquierda sea variable.

55 Con esta configuración, los medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento aplican la fuerza de frenado/accionamiento de manera independiente a cada rueda, y aplican una fuerza de accionamiento a partir de unos medios de accionamiento, que son comunes a las ruedas derecha e izquierda, a las ruedas derecha e izquierda de tal manera que la distribución de las fuerzas de accionamiento a las ruedas derecha e izquierda sea variable. Por tanto, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada requeridos para el vehículo pueden lograrse en la medida de lo posible dentro del intervalo de la fuerza de frenado/accionamiento que puede generarse por las ruedas a través del control independiente de las fuerzas de frenado de las ruedas y el control de distribución de las fuerzas de accionamiento de las ruedas derecha e izquierda.

60 Los medios para calcular una fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y un momento de guiñada objetivo del vehículo pueden calcular la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y el momento de guiñada total objetivo del vehículo para hacer que el vehículo circule de manera estable basándose al menos en la magnitud de la operación de accionamiento por parte de un ocupante, estiman un momento de guiñada de viraje del vehículo debido a una fuerza lateral de cada rueda basándose al menos en la magnitud de la operación de

accionamiento por parte del ocupante, y calculan el valor obtenido restando el momento de guiñada de viraje del momento de guiñada total objetivo como el momento de guiñada objetivo del vehículo.

5 Con esta configuración, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y el momento de guiñada total objetivo del vehículo para hacer que el vehículo circule de manera estable se calcula basándose en al menos la magnitud de la operación de accionamiento por parte del ocupante, un momento de guiñada de viraje del vehículo debido a una fuerza lateral de cada rueda se estima basándose al menos en la magnitud de la operación de accionamiento por parte del ocupante, y el valor obtenido restando el momento de guiñada de viraje del momento de guiñada total objetivo se calcula como el momento de guiñada objetivo del vehículo, por lo que el momento de
10 guiñada objetivo del vehículo requerido para el vehículo que va a lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda puede calcularse de manera segura y correcta en justa proporción.

Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático que muestra un aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento aplicado a un vehículo con tracción a las cuatro ruedas de un tipo de motor en rueda según una primera realización de la presente invención;

20 la figura 2 es una vista explicativa para explicar diversos casos de la relación entre la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda y la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y la relación entre la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda y el momento de guiñada;

25 la figura 3 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de la fuerza de frenado/accionamiento ejecutada por un controlador electrónico para controlar la fuerza de accionamiento en la primera realización;

la figura 4A es un gráfico que muestra el intervalo, que puede lograrse por la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada del vehículo;

30 la figura 4B es una vista explicativa que muestra una manera de calcular una fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y un momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} en el caso en el que una fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y un momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} están fuera del intervalo que puede lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda;

35 la figura 4C es una vista explicativa que muestra el intervalo, que puede lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} en el vehículo que presenta una fuente de accionamiento prevista sólo en las ruedas delanteras derecha e izquierda o en las ruedas traseras derecha e izquierda;

40 la figura 5 es un diagrama de bloques esquemático que muestra un aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo aplicado a un vehículo con tracción a las cuatro ruedas en el que la fuerza de accionamiento y la fuerza de frenado regenerativa de un único generador de motor eléctrico, que es común a las cuatro ruedas, se controlan para distribuirse a las cuatro ruedas según una segunda realización de la presente invención;

45 la figura 6 es una vista explicativa para explicar diversos casos de la relación entre la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda y la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y la relación entre la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda y el momento de guiñada del vehículo en la segunda realización;

50 la figura 7 es una vista explicativa para explicar otros diversos casos de la relación entre la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda y la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y la relación entre la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda y el momento de guiñada del vehículo en la segunda realización;

55 la figura 8 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de la fuerza de frenado/accionamiento ejecutada por el controlador electrónico para controlar la fuerza de accionamiento en la segunda realización;

la figura 9A es un gráfico que muestra el intervalo, que puede lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada del vehículo;

60 la figura 9B es una vista explicativa que muestra una manera de calcular una fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y un momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} en el caso en el que una fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y un momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} están fuera del intervalo que puede lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda; y

65 la figura 9C es una vista explicativa que muestra el intervalo, que puede lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vt} y el momento de guiñada

objetivo Mvt en el vehículo que presenta una fuente de accionamiento prevista sólo en las ruedas delanteras derecha e izquierda o en las ruedas traseras derecha e izquierda.

Mejor modo de poner en práctica la invención

5 Algunas formas de realización preferidas de la presente invención se explicarán en detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Primera forma de realización

10 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático que muestra un aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento aplicado a un vehículo con tracción a las cuatro ruedas de un tiempo de motor en rueda según una primera realización de la presente invención.

15 En la figura 1, los números 10FL y 10FR representan respectivamente las ruedas delanteras izquierda y derecha que son ruedas de dirección, y los números 10RL y 10RR representan respectivamente las ruedas traseras izquierda y derecha que no son ruedas de dirección. Los generadores de motor eléctrico 12FL y 12FR que son motores en rueda se incorporan en las ruedas delanteras izquierda y derecha 10FL y 10FR respectivamente, por lo que las ruedas delanteras izquierda y derecha 10FL y 10FR se accionan por los generadores de motor eléctrico 20 12FL y 12FR. Los generadores de motor eléctrico 12FL y 12FR también funcionan como generadores eléctricos regenerativos para cada una de las ruedas delanteras izquierda y derecha con el frenado, de modo que generan fuerza de frenado regenerativa.

25 De manera similar, los generadores de motor eléctrico 12RL y 12RR que son motores en rueda se incorporan en las ruedas traseras izquierda y derecha 10RL y 10RR respectivamente, por lo que las ruedas delanteras izquierda y derecha 10RL y 10RR se accionan por los generadores de motor eléctrico 12RL y 12RR. Los generadores de motor eléctrico 12RL y 12RR también funcionan como generadores eléctricos regenerativos para cada una de las ruedas traseras izquierda y derecha con el frenado, de modo que generan fuerza de frenado regenerativa.

30 Las fuerzas de accionamiento de cada uno de los generadores de motor eléctrico 12FL a 12RR se controla por un controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento basándose en una abertura de acelerador ϕ que es una cantidad de pisada de un pedal de acelerador, que no se muestra en la figura 1, detectada por un sensor de abertura de acelerador 14. La fuerza de frenado regenerativa de cada uno de los generadores de motor eléctrico 12FL a 12RR también se controla por el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento.

35 Aunque no se muestra en la figura 1 en detalle, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento está compuesta por un microordenador y un circuito de accionamiento, en el que el microordenador puede presentar una configuración general para incluir, por ejemplo, una CPU, ROM, RAM, y un dispositivo con puerto de entrada/salida, que están interconectados entre sí a través de un bus común bidireccional. En una 40 ejecución normal, la energía eléctrica cargada en una batería, que no se muestra en la figura 1, se suministra a cada uno de los generadores de motor eléctrico 12FL a 12RR, y con la desaceleración y el frenado del vehículo, la energía eléctrica generada por el frenado regenerativo por cada uno de los generadores de motor eléctrico 12FL a 12RR se carga a la batería a través del circuito de accionamiento.

45 Las fuerzas de frenado por fricción de las ruedas delanteras izquierda y derecha 10FL y 10FR y las ruedas traseras izquierda y derecha 10RL y 10RR se controlan mediante el control de presiones de frenado de cilindros de rueda correspondientes 22FL, 22FR, 22RL y 22RR mediante un circuito 20 hidráulico en un dispositivo 18 de frenado por fricción. Aunque no se muestra en la figura, el circuito 20 hidráulico incluye un depósito, una bomba de aceite, y otros diversos dispositivos de válvula. En una situación normal, la presión de frenado de cada cilindro de rueda se controla según la cantidad de pisada del pedal 24 de freno efectuada por un conductor y la presión de un cilindro 50 maestro 26 que se acciona según la operación de pisada del pedal 24 de freno. Se controla según es necesario a través del control de la bomba de aceite o de diversos dispositivos de válvula por un controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado, independientemente de la cantidad de pisada del pedal 24 de freno efectuada por un conductor.

55 Aunque no se muestra en la figura 1 en detalle, el controlador electrónico 18 para controlar la fuerza de frenado también está compuesta por un microordenador y un circuito de accionamiento, en el que el microordenador puede presentar una configuración general para incluir, por ejemplo, una CPU, ROM, RAM, y un dispositivo con puerto de entrada/salida, que están interconectados entre sí a través de un bus común bidireccional.

60 En el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento se introduce una señal que indica un coeficiente de fricción de la carretera μ desde un sensor 30; una señal que indica un ángulo de dirección θ desde un sensor de ángulo de dirección 32; y una señal que indica una velocidad del vehículo V desde un sensor de velocidad del vehículo 34, además de la señal que indica la abertura de acelerador ϕ desde el sensor de abertura de 65 acelerador 14. En el controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado se introduce una señal que indica una presión de cilindro maestro Pm desde un sensor de presión 36 y señales que indican presiones de frenado

(presiones de cilindro de rueda) P_{bi} ($i = fl, fr, rl, rr$) de ruedas correspondientes desde los sensores de presión 38FL a 38RR. El controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento y el controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado intercambian señales entre sí según sea necesario. Obsérvese que el sensor de ángulo de dirección 32 detecta un ángulo de dirección θ definiéndose la dirección de viraje hacia la izquierda del vehículo como positiva.

El controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula una aceleración longitudinal objetiva del vehículo G_{xt} basándose en la abertura de acelerador ϕ y en la presión de cilindro maestro P_m , que indica una cantidad de operación de aceleración/desaceleración efectuada por un conductor, y calcula una tasa de guiñada objetivo $\dot{\gamma}_t$ del vehículo basándose en el ángulo de dirección θ , que es una cantidad de operación de dirección efectuada por un conductor, y la velocidad del vehículo V a través de una manera bien conocida en este campo técnico. Entonces, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula una fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} que se requiere para el vehículo basándose en el aceleración longitudinal objetiva del vehículo G_{xt} , y calcula un momento de guiñada total objetivo M_{vnt} requerido para el vehículo basándose en la tasa de guiñada objetivo del vehículo $\dot{\gamma}_t$.

El controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula el ángulo de deslizamiento del vehículo β de una manera bien conocida en este campo técnico, calcula el ángulo de deslizamiento α de las ruedas delanteras izquierda y derecha basándose en el ángulo de deslizamiento del vehículo β y el ángulo de dirección θ , y calcula un momento de guiñada de viraje del vehículo M_s debido a una fuerza lateral de cada rueda basándose en el ángulo de deslizamiento α . Entonces, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula el valor obtenido restando el momento de guiñada de viraje M_s del momento de guiñada total objetivo del vehículo M_{vnt} como el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} requerido para el vehículo, a través del control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda.

El controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula además la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vdmax} y la fuerza de frenado máxima del vehículo F_{vbmax} que puede obtenerse por las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas basándose en el coeficiente de fricción de la carretera μ , y calcula el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vlmax} en la dirección de viraje hacia la izquierda y el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vrmax} en la dirección de viraje hacia la derecha que puede obtenerse por las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas basándose en el coeficiente de fricción de la carretera μ .

Tal como se muestra en la figura 2A, suponiendo que la carga vertical y los coeficientes de fricción a la superficie de la carretera de las ruedas son iguales, y los tamaños de los círculos de fricción de las ruedas son iguales, la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vdmax} en la condición en la que el momento de guiñada procedente de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas no actúa sobre el vehículo se logra cuando las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxfl} y F_{wxfr} de las ruedas delanteras izquierda y derecha 10FL y 10FR son las fuerzas de accionamiento máximas $F_{wdflmax}$ y $F_{wdfrmax}$ y las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxrl} y F_{wxrr} de las ruedas traseras izquierda y derecha 10RL y 10RR son las fuerzas de accionamiento máximas $F_{wdrlmax}$ y $F_{wdrrmax}$. De manera similar, tal como se muestra en la figura 2B, la fuerza de frenado máxima del vehículo F_{vbmax} en la condición en la que el momento de guiñada por las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas no actúa sobre el vehículo se logra cuando las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxfl} y F_{wxfr} de las ruedas delanteras izquierda y derecha 10FL y 10FR son las fuerzas de frenado máximas $F_{wbflmax}$ y $F_{wbfrmax}$ y las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxrl} y F_{wxrr} de las ruedas traseras izquierda y derecha 10RL y 10RR son las fuerzas de frenado máximas $F_{wbrlmax}$ y $F_{wbrrmax}$.

Tal como se muestra en la figura 2C, el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vlmax} en la dirección de viraje hacia la izquierda en la condición en la que la fuerza longitudinal por las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas no actúa sobre el vehículo se logra cuando las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxfl} y F_{wxrl} de las ruedas delantera izquierda y trasera izquierda 10FL y 10RL son las fuerzas de frenado máximas $F_{wbflmax}$ y $F_{wbrlmax}$ y las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxfr} y F_{wxrr} de las ruedas delantera derecha y trasera derecha 10FR y 10RR son las fuerzas de accionamiento máximas $F_{wdfrmax}$ y $F_{wdrrmax}$. De manera similar, tal como se muestra en la figura 2D, el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vrmax} en la dirección de viraje hacia la derecha en la condición en la que la fuerza longitudinal por las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas no actúa sobre el vehículo se logra cuando las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxfl} y F_{wxrl} de las ruedas delantera izquierda y trasera izquierda 10FL y 10RL son las fuerzas de accionamiento máximas $F_{wdflmax}$ y $F_{wdrlmax}$ y las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxfr} y F_{wxrr} de las ruedas delantera derecha y trasera derecha 10FR y 10RR son las fuerzas de frenado máximas $F_{wbfrmax}$ y $F_{wbrrmax}$.

En el caso en el que el par motor de salida de cada uno de los generadores de motor eléctrico 12FL a 12RR es lo suficientemente grande, la fuerza de accionamiento máxima y la fuerza de frenado máxima de cada rueda se determinan mediante el coeficiente de fricción de la carretera μ , de modo que, definiéndose la dirección de aceleración del vehículo y la dirección de viraje hacia la izquierda del vehículo como positivas, se establecen las siguientes relaciones entre la fuerza de accionamiento máxima y la fuerza de frenado máxima de cada rueda, la fuerza de accionamiento máxima del vehículo y la fuerza de frenado máxima del vehículo, y el momento de guiñada

máximo del vehículo en la dirección de viraje hacia la izquierda y el momento de guiñada máximo del vehículo en la dirección de viraje hacia la derecha.

$$F_{wdflmax} = F_{wdfrmax} = -F_{wbflmax} = -F_{wbfrmax}$$

$$F_{wdrlmax} = F_{wdrmax} = -F_{wbrlmax} = -F_{wbrmax}$$

$$F_{vdmax} = -F_{vbmax}$$

$$M_{vlmax} = -M_{vrmax}$$

5 Puesto que la fuerza de accionamiento máxima F_{wdimax} y la fuerza de frenado máxima F_{wbimax} ($i = fl, fr, rl, rr$) de cada rueda se determinan mediante el coeficiente de fricción de la carretera μ , la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vdmax} , la fuerza de frenado máxima del vehículo F_{vbmax} , el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vlmax} en la dirección de viraje hacia la izquierda, y el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vrmax} en la dirección de viraje hacia la derecha también se determinan por el coeficiente de fricción de la carretera μ . Por
10 consiguiente, si se encuentra el coeficiente de fricción de la carretera μ , puede estimarse la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vdmax} y los otros valores mencionados anteriormente.

15 Tal como se muestra en la figura 4A, en una coordenada rectangular con la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_{vx} como abscisas y el momento de guiñada del vehículo M_v como ordenadas, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_{vx} y el momento de guiñada del vehículo M_v que puede lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda adoptan valores dentro de un cuadrángulo 100 romboide decidido mediante la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vdmax} , la fuerza de frenado máxima del vehículo F_{vbmax} , el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vlmax} en la dirección de viraje hacia la izquierda, y el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vrmax} en la dirección de viraje hacia la derecha.
20

De manera notable, en la figura 4, los puntos A a D corresponden a los casos A a D en la figura 2, en la que las coordenadas en los puntos A a D son $(F_{vdmax}, 0)$, $(F_{vbmax}, 0)$, $(0, M_{vlmax})$, y $(0, M_{vrmax})$, respectivamente. Tal como se muestra mediante una línea de puntos en la figura 4A, el cuadrángulo 100 se vuelve pequeño a medida que el coeficiente de fricción de la carretera μ disminuye. Además, a medida que el ángulo de dirección θ aumenta, la fuerza lateral de las ruedas delantera izquierda y delantera derecha, que son las ruedas de dirección, aumenta, de modo que la tolerancia de la fuerza longitudinal se vuelve pequeña. Por tanto, el cuadrángulo 100 se vuelve pequeño a medida que la magnitud del ángulo de dirección θ aumenta.
25

30 Suponiendo que la razón de distribución longitudinal de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v a las ruedas traseras se define como K_r (constante de $0 < K_r < 1$), y la banda de rodadura del vehículo se define como Tr , se establecen las siguientes ecuaciones de 1 a 3. Por consiguiente, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento fija la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} mediante el control de las fuerzas de frenado/accionamiento de cada rueda a la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} , cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} están dentro del cuadrángulo 100 mencionado anteriormente. Por ejemplo, calcula los valores que satisfacen las siguientes ecuaciones de 1 a 3 como las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} ($i = fl, fr, rl, rr$) de las ruedas mediante el método de los mínimos cuadrados.
35
40

$$F_{wxfl} + F_{wxfr} + F_{wxrl} + F_{wxrr} = F_{vt} \quad (1)$$

$$\{F_{wxfr} + F_{wxrr} - (F_{wxfl} + F_{wxrl})\}Tr/2 = M_{vt} \quad (2)$$

$$(F_{wxfl} + F_{wxfr})K_r = (F_{wxrl} + F_{wxrr})(1 - K_r) \quad (3)$$

45 Cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} están fuera del intervalo del cuadrángulo 100 mencionado anteriormente, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} de manera que la magnitud de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v y la magnitud del momento de guiñada M_v por las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti}

de las ruedas se vuelven respectivamente los máximos dentro del intervalo en el que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada M_{vt} por la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas se convierte en la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} , requerida para el vehículo, mediante las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas. Entonces, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula los valores que satisfacen las ecuaciones de 1 a 3 anteriores como las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de las ruedas mediante el método de los mínimos cuadrados, por ejemplo.

Cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de cada rueda adopta un valor positivo lo que significa que es una fuerza de accionamiento, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento fija la fuerza de frenado por fricción objetivo F_{wbti} y la fuerza de frenado regenerativa objetivo F_{wrti} ($i = fl, fr, rl, rr$) de cada rueda a cero, emite la señales que indican las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} al controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado, fija la fuerza de accionamiento objetivo F_{wdti} ($i = fl, fr, rl, rr$) de cada rueda a la fuerza de frenado/accionamiento objetivo asociada F_{wxti} , calcula las corrientes de accionamiento objetivo I_{ti} ($i = fl, fr, rl, rr$) para los generadores de motor eléctrico 12FL a 12RR mediante funciones o mapas no ilustrados basándose en las fuerzas de accionamiento objetivo F_{wdti} , y controla las corrientes de accionamiento aplicadas a los generadores de motor eléctrico 12FL a 12RR basándose en las corrientes de accionamiento objetivo I_{ti} , controlando de ese modo la fuerza de accionamiento de cada rueda de manera que la fuerza de frenado/accionamiento F_{wxi} de cada rueda se convierte en la fuerza de frenado/accionamiento objetivo asociada F_{wxti} .

Por otro lado, cuando las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de cada rueda adoptan un valor negativo lo que significa que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} es una fuerza de frenado y la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} no es mayor que la fuerza de frenado máxima regenerativa de cada rueda, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento fija la fuerza de accionamiento objetivo F_{wdti} y la fuerza de frenado por fricción objetivo F_{wbti} de cada rueda a cero, fija la fuerza de frenado regenerativa objetivo F_{wrti} a la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} , y controla los generadores de motor eléctrico 12FL a 12RR de manera que la fuerza de frenado regenerativa se convierte en la fuerza de frenado regenerativa objetivo F_{wrti} .

Cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de cada rueda adopta un valor negativo lo que significa que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} es una fuerza de frenado y la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} es mayor que la fuerza de frenado máxima regenerativa de cada rueda, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento fija la fuerza de accionamiento objetivo F_{wdti} de cada rueda a cero, fija la fuerza de frenado regenerativa objetivo F_{wrti} de cada rueda a la fuerza de frenado máxima regenerativa $F_{wxrimax}$ ($i = fl, fr, rl, rr$), y controla los generadores de motor eléctrico 12FL a 12RR de manera que la fuerza de frenado regenerativa se convierte en la fuerza de frenado máxima regenerativa $F_{wxrimax}$. Además, calcula la fuerza de frenado que corresponde a la diferencia entre la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} y la fuerza de frenado máxima regenerativa $F_{wxrimax}$ como la fuerza de frenado por fricción objetivo F_{wbti} ($i = fl, fr, rl, rr$), y emite la señales que indican las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} de las ruedas al controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado.

El controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado calcula la presión de frenado objetivo P_{bti} ($i = fl, fr, rl, rr$) de cada rueda basándose en la fuerza de frenado por fricción objetivo F_{wbti} de cada rueda introducido desde el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento, y controla el circuito 20 hidráulico de manera que la presión de frenado P_{bi} de cada rueda se convierte en la presión de frenado objetivo asociada P_{bti} , y la fuerza de frenado por fricción F_{wbi} ($i = fl, fr, rl, rr$) de cada rueda se convierte de ese modo en la fuerza de frenado por fricción objetivo asociada F_{wbti} de cada rueda.

A continuación, se explicará el control de la fuerza de frenado/accionamiento logrado por el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento en la primera realización con referencia al diagrama de flujo mostrado en la figura 3. El control por el diagrama de flujo mostrado en la figura 3 comienza mediante la activación del controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento, y se ejecuta repetidamente cada momento predeterminado hasta que se apaga un interruptor de encendido, no mostrado.

En la etapa 10, en primer lugar se leen las señales que indican la abertura del acelerador ϕ detectada por el sensor de abertura del acelerador 14 y similares. En la etapa 20, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} que se requieren para el vehículo y provocados por el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda se calculan de la manera mencionada anteriormente basándose en la abertura del acelerador ϕ y similares.

En la etapa 30, la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vdmax} , la fuerza de frenado máxima del vehículo F_{vbmax} , el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vlmax} en la dirección de viraje hacia la izquierda, y el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vrmax} en la dirección hacia la derecha, que pueden alcanzarse por la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, se calculan mediante mapas o funciones, no mostrados, basándose

en el coeficiente de fricción μ de la carretera. Específicamente, se especifican los puntos de A a D mostrados en la figura 4.

5 En la etapa 40, se determina si el valor absoluto de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} no es superior a la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vmax} y el valor absoluto del momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} no es superior al momento de guiñada máximo del vehículo M_{vmax} , es decir, se determina si la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} están dentro del intervalo del cuadrángulo 100 o no y la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} pueden lograrse o no a través del control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda.
10 Cuando se realiza la determinación negativa, el programa avanza a la etapa 60. Cuando se realiza la determinación positiva, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fijan respectivamente a la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} en la etapa 50, y después, el programa avanza a la etapa 200.

15 En la etapa 60, se determina si la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} es cero o no y los momentos de guiñada máximos del vehículo M_{vlmax} y M_{vrmax} (denominados de manera correctiva M_{vmax}) son cero o no. Cuando se determina que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} no es cero y M_{vlmax} y M_{vrmax} no son cero, el programa avanza a la etapa 80. Cuando se determina que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} es cero y M_{vlmax} y M_{vrmax} son cero, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación se fija a cero y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija al momento de guiñada máximo M_{vmax} en la etapa 70, y después, el programa avanza a la etapa 200. En este caso, el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija al momento de guiñada máximo M_{vlmax} cuando el momento de guiñada objetivo M_{vn} adopta un valor positivo, mientras que se fija al momento de guiñada máximo M_{vrmax} cuando el momento de guiñada objetivo M_{vn} adopta un valor negativo.
20

25 En la etapa 80, se determina si el momento de guiñada objetivo M_{vn} es cero o no. Cuando se realiza la determinación negativa, el programa avanza a la etapa 100. Cuando se realiza la determinación positiva, en la etapa 90, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación se fija a la fuerza de accionamiento máxima F_{vmax} , cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} adopta un valor positivo, mientras que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación se fija a la fuerza de frenado máxima F_{vbmax} , cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} adopta un valor negativo, y además, el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija a cero, y entonces, el programa avanza a la etapa 200.
30

35 En la etapa 100, el punto de intersección Q del segmento L, que conecta el punto P que muestra la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} , y el origen O y la línea exterior del cuadrángulo 100 se obtiene como el punto objetivo, tal como se muestra en la figura 4B, y si las coordenadas del punto objetivo Q se definen como (F_{vq}, M_{vq}) , la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fijan respectivamente a F_{vq} y M_{vq} . Posteriormente, el programa avanza a la etapa 200.
40

45 En la etapa 200, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} ($i = fl, fr, rl, rr$) de cada rueda para lograr la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vt} y el momento de guiñada objetivo M_{vt} se calcula de la manera mencionada anteriormente basándose en la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación.

50 En la etapa 210, la fuerza de frenado por fricción objetivo F_{wbti} se calcula de la manera mencionada anteriormente, y se emiten las señales que indican las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} al controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado, por lo que el controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado realiza un control de manera que la fuerza de frenado por fricción F_{wbi} de cada rueda se convierte en la fuerza de frenado por fricción objetivo asociada F_{wbti} .

55 En la etapa 220, cada uno de los generadores de motor eléctrico de 12FL a 12RR se controla de manera que la fuerza de accionamiento F_{wdi} o la fuerza de frenado regenerativa F_{wri} de cada rueda respectivamente se convierte en la fuerza de accionamiento objetivo F_{wdti} o la fuerza de frenado regenerativa objetivo F_{wrtdi} .

60 Según la primera forma de realización ilustrada, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} , requeridos para el vehículo, a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas se calculan en la etapa 20, la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vmax} , la fuerza de frenado máxima del vehículo F_{vbmax} , el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vlmax} en la dirección de viraje hacia la izquierda, y el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vrmax} en la dirección de viraje hacia la derecha, aquellos de los cuales que pueden alcanzarse por la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas, se calculan en la etapa 30, y se determina en la etapa 40 si la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} pueden lograrse o no a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas.
65

5 Cuando se determina en la etapa 40 que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} no pueden lograrse a través del control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, se ejecutan las etapas de 60 a 100. Cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} es cero, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación se fija a cero y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija al momento de guiñada máximo M_{vmax} en la etapa 70. Cuando el momento de guiñada objetivo M_{vn} es cero, en la etapa 90, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación se fija a la fuerza de accionamiento máxima F_{vmax} , cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} adopta un valor positivo, mientras que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación se fija a la fuerza de frenado máxima F_{vbmax} , cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} adopta un valor negativo, y además, el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija a cero.

15 Cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} no son 0 en la condición en la que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} no puede lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, el punto de intersección Q del segmento L, que conecta el punto P que muestra la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} y el origen O, y la línea exterior del cuadrángulo 100 se obtiene como el punto objetivo, y la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fijan respectivamente a F_{vq} y M_{vq} que son los valores en el punto Q en la etapa 100.

25 Por consiguiente, según la primera forma de realización ilustrada, cuando el vehículo está en la condición en la que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} no pueden lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación deben calcularse de manera que, dentro del intervalo en el que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada M_{vt} tras la modificación a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas coincide con la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas requeridos para el vehículo, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v y el momento de guiñada M_v por las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de las ruedas adoptan los valores más grandes. Por tanto, las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas se controlan de manera que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada coincide seguramente con la razón de las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo y el momento de guiñada objetivo, con el resultado de que la fuerza de frenado/accionamiento y el momento de guiñada requeridos para el vehículo puede lograrse en la medida de lo posible dentro del intervalo de las fuerzas de frenado/accionamiento que pueden generarse por las ruedas.

40 En particular, en la primera forma de realización ilustrada, las fuentes de accionamiento para las ruedas son generadores de motor eléctrico de 12FL a 12RR proporcionados en cada rueda. En el caso en el que las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de las ruedas adoptan valores negativos, lo que significa que las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} son fuerzas de frenado, se utilizan las fuerzas de frenado regenerativas por los generadores de motor eléctrico de 12FL a 12RR. Por consiguiente, la energía de movimiento del vehículo puede devolverse eficazmente como energía eléctrica con la operación de frenado para la desaceleración, al tiempo que se logra la fuerza de frenado/accionamiento y el momento de guiñada requeridos para el vehículo en la medida de lo posible dentro del intervalo de las fuerzas de frenado/accionamiento que pueden generarse por las ruedas.

50 Aunque en la primera forma de realización ilustrada los generadores de motor eléctrico de 12FL a 12RR son motores en la rueda, los generadores de motor eléctrico pueden proporcionarse en el cuerpo del vehículo. Además, los generadores de motor eléctrico como fuentes de accionamiento para ruedas pueden no realizar un frenado regenerativo. La fuente de accionamiento puede ser distinta del generador de motor eléctrico siempre que pueda aumentar o disminuir la fuerza de accionamiento de cada rueda independientemente.

60 Aunque se proporcionan los generadores de motor eléctrico de 12FL a 12RR para corresponder a cuatro ruedas en la primera realización ilustrada, esta forma de realización puede aplicarse a un vehículo que presenta fuentes de accionamiento proporcionadas sólo en las ruedas delanteras izquierda y derecha o las ruedas traseras izquierda y derecha. En este caso, el cuadrángulo 100 adopta la forma mostrada por 100' en la figura 4C, y cuando el momento de guiñada del vehículo en la dirección de viraje hacia la izquierda y el momento de guiñada del vehículo en la dirección de viraje hacia la derecha son los valores máximos M_{vlmax} y M_{vrmax} respectivamente, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo adopta un valor negativo, lo que significa que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo es una fuerza de frenado. Los efectos mencionados anteriormente también pueden lograrse con este vehículo.

Segunda forma de realización

65 La figura 5 es un diagrama de bloques esquemático que muestra un aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento aplicado a un vehículo con tracción a las cuatro ruedas en el que la fuerza de accionamiento

y la fuerza de frenado regenerativa de un único generador de motor eléctrico, que es común a las cuatro ruedas, se controlan para distribuirse a las ruedas delanteras y traseras y las ruedas derecha e izquierda según una segunda forma de realización de la presente invención. Los componentes en la figura 5 iguales a los de la figura 1 se identifican con los mismos números que en la figura 1.

En esta segunda forma de realización, se proporciona un generador de motor eléctrico 40 que sirve como fuente de accionamiento común para la rueda delantera izquierda 10FL, la rueda delantera derecha 10FR, la rueda trasera izquierda 10RL, y la rueda trasera derecha 10RR. La fuerza de accionamiento o la fuerza de frenado regenerativa del generador de motor eléctrico 40 se transmiten a un árbol de transmisión de ruedas delanteras 44 y un árbol de transmisión de ruedas traseras 46 a través de un diferencial central 42 que puede controlar la razón de distribución a las ruedas delanteras y las ruedas traseras.

La fuerza de accionamiento o la fuerza de frenado regenerativa del árbol de transmisión de ruedas delanteras 44 se transmite al eje de rueda delantera izquierda 50L y al eje de rueda delantera derecha 50R mediante un diferencial de ruedas delanteras 48 que puede controlar la razón de distribución a la rueda delantera izquierda y la rueda delantera derecha, por lo que la rueda delantera izquierda 10FL y la rueda delantera derecha 10FR se accionan de manera giratoria. De manera similar, la fuerza de accionamiento o la fuerza de frenado regenerativa del árbol de transmisión de ruedas traseras 46 se transmite al eje de rueda trasera izquierda 54L y al eje de rueda trasera derecha 54R mediante un diferencial de ruedas traseras 52 que puede controlar la razón de distribución de la rueda trasera izquierda y la rueda trasera derecha, por lo que la rueda trasera izquierda 10RL y la rueda trasera derecha 10RR se accionan de manera giratoria.

La fuerza de accionamiento del generador de motor eléctrico 40 se controla mediante el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento basándose en la abertura del acelerador ϕ detectada por el sensor de abertura del acelerador 14. La fuerza de frenado regenerativa del generador de motor eléctrico 40 también se controla mediante el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento. El controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento controla la razón de distribución de la fuerza de accionamiento y la fuerza de frenado regenerativa a las ruedas delanteras y las ruedas traseras mediante el diferencial central 42, controla la razón de distribución de la fuerza de accionamiento y la fuerza de frenado regenerativa a las ruedas izquierdas y las ruedas derechas mediante el diferencial de ruedas delanteras 48, y controla la razón de distribución de la fuerza de accionamiento y la fuerza de frenado regenerativa a las ruedas izquierdas y las ruedas derechas mediante el diferencial de ruedas traseras 52.

También en esta segunda forma de realización, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula, de la misma manera que en la primera forma de realización, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} , requerido para el vehículo, a través del control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} , requerido para el vehículo, a través del control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vmax} , la fuerza de frenado máxima del vehículo F_{vbmax} , el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vmax} en la dirección de viraje hacia la izquierda, y el momento de guiñada máximo del vehículo M_{vrmax} en la dirección de viraje hacia la derecha mediante la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda.

En la segunda forma de realización ilustrada, se supone que las fuerzas de accionamiento F_{wdi} de las ruedas cuando la fuerza de accionamiento máxima del generador de motor eléctrico 40 se distribuye uniformemente a la rueda delantera izquierda 10FL, rueda delantera derecha 10FR, rueda trasera izquierda 10RL y rueda trasera derecha 10RR es menor que la fuerza longitudinal máxima que puede producirse que se determina por el coeficiente de fricción μ de la superficie de carretera normal.

Tal como se muestra en la figura 6A, la fuerza de accionamiento máxima del vehículo F_{vmax} en la condición en la que el momento de guiñada procedente de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas no actúa sobre el vehículo se logra cuando las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxl} y F_{wxr} de la rueda delantera izquierda 10FL y la rueda delantera derecha 10FR son las fuerzas de accionamiento máximas F_{wdfmax} y F_{wdfmax} en el caso en el que la distribución de la fuerza de accionamiento a las ruedas derecha e izquierda es igual, y las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxrl} y F_{wxrr} de la rueda trasera izquierda 10RL y la rueda trasera derecha 10RR son las fuerzas de accionamiento máximas F_{wdrmax} y F_{wdrmax} en el caso en el que la distribución de la fuerza de accionamiento a las ruedas derecha e izquierda es igual.

De manera similar, tal como se muestra en la figura 6B, la fuerza de frenado máxima del vehículo F_{vbmax} en la condición en la que el momento de guiñada procedente de la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas no actúa sobre el vehículo se logra cuando las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxl} y F_{wxr} de la rueda delantera izquierda 10FL y la rueda delantera derecha 10FR son las fuerzas de frenado máximas F_{wbfmax} y F_{wbfmax} en el caso en el que la distribución de la fuerza de frenado a las ruedas derecha e izquierda es igual, y las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxrl} y F_{wxrr} de la rueda trasera izquierda 10RL y la rueda trasera derecha 10RR son las fuerzas de frenado máximas F_{wbrmax} y F_{wbrmax} en el caso en el que la distribución de la fuerza de frenado a las ruedas derecha e izquierda es igual.

Tal como se muestra en la figura 6C, el momento de guiñada máximo del vehículo Mvl_{max} en la dirección de viraje hacia la izquierda en la condición en la que la fuerza longitudinal por la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas no actúa sobre el vehículo se logra en el caso en el que la fuerza de accionamiento se distribuye a las ruedas derechas, las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxr$ y $Fwxr$ de la rueda delantera derecha 10FR y la rueda trasera derecha 10RR son las fuerzas de accionamiento máximas $Fwdfr_{max}$ y $Fwdr_{max}$, y sus magnitudes son iguales a las magnitudes de las fuerzas de frenado máximas $Fwbfl_{max}$ y $Fwbrl_{max}$ de la rueda delantera izquierda 10FL y la rueda trasera izquierda 10RL respectivamente.

Tal como se muestra en la figura 6D, el momento de guiñada máximo del vehículo Mvl_{max} en la dirección de viraje hacia la izquierda en la condición en la que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo es la fuerza de accionamiento máxima Fvd_{max} se logra en el caso en el que las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxl$ y $Fwxr$ de la rueda delantera izquierda 10FL y la rueda trasera izquierda 10RL son respectivamente 0, y las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxr$ y $Fwxr$ de la rueda delantera derecha 10FR y la rueda trasera derecha 10RR son las fuerzas de accionamiento máximas $Fwdfl_{max}$ y $Fwdr_{max}$.

Tal como se muestra en la figura 7E, el momento de guiñada máximo del vehículo Mvl_{max} en la dirección de viraje hacia la izquierda en la condición en la que la fuerza de accionamiento no actúa sobre ninguna rueda se logra en el caso en el que las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxr$ y $Fwxr$ de la rueda delantera derecha 10FR y la rueda trasera derecha 10RR son respectivamente 0, y las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxl$ y $Fwxl$ de la rueda delantera izquierda 10FL y la rueda trasera izquierda 10RL son las fuerzas de frenado máximas $Fwbfl_{max}$ y $Fwbrl_{max}$.

Tal como se muestra en la figura 7F, el momento de guiñada máximo del vehículo Mvr_{max} en la dirección de viraje hacia la derecha en la condición en la que la fuerza longitudinal procedente de la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas no actúa sobre el vehículo se logra en el caso en el que la fuerza de accionamiento se distribuye a las ruedas izquierdas, las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxl$ y $Fwxl$ de la rueda delantera izquierda 10FL y la rueda trasera izquierda 10RL son las fuerzas de accionamiento máximas $Fwdfl_{max}$ y $Fwdr_{max}$, y sus magnitudes son iguales a las magnitudes de las fuerzas de frenado máximas $Fwbfr_{max}$ y $Fwbr_{max}$ de la rueda delantera derecha 10FR y la rueda trasera derecha 10RR respectivamente.

Tal como se muestra en la figura 7G, el momento de guiñada máximo del vehículo Mvr_{max} en la dirección de viraje hacia la derecha en la condición en la que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo es la fuerza de accionamiento máxima Fvd_{max} se logra en el caso en el que las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxr$ y $Fwxr$ de la rueda delantera derecha 10FR y la rueda trasera derecha 10RR son respectivamente 0, y las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxl$ y $Fwxl$ de la rueda delantera izquierda 10FL y la rueda trasera izquierda 10RL son las fuerzas de accionamiento máximas $Fwdfl_{max}$ y $Fwdr_{max}$.

Tal como se muestra en la figura 7H, el momento de guiñada máximo del vehículo Mvr_{max} en la dirección de viraje hacia la derecha en la condición en la que la fuerza de accionamiento no actúa sobre ninguna rueda se logra en el caso en el que las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxl$ y $Fwxl$ de la rueda delantera izquierda 10FL y la rueda trasera izquierda 10RL son respectivamente 0, y las fuerzas de frenado/accionamiento $Fwxr$ y $Fwxr$ de la rueda delantera derecha 10FR y la rueda trasera derecha 10RR son las fuerzas de frenado máximas $Fwbfr_{max}$ y $Fwbr_{max}$.

Las fuerzas de accionamiento máximas $Fvdimax$ de las ruedas se determinan mediante el par motor de salida máximo del generador de motor eléctrico 40, el coeficiente de fricción μ de la carretera, y cada razón de distribución, y las fuerzas de frenado máximas $Fvbimax$ de las ruedas se determinan mediante el coeficiente de fricción μ de la carretera. Por tanto, la fuerza de accionamiento máxima del vehículo Fvd_{max} , la fuerza de frenado máxima del vehículo Fvb_{max} , el momento de guiñada máximo del vehículo Mvl_{max} en la dirección de viraje hacia la izquierda, y el momento de guiñada máximo del vehículo Mvr_{max} en la dirección de viraje hacia la derecha también se determinan mediante el par motor de salida máximo del generador de motor eléctrico 40 y el coeficiente de fricción μ de la carretera. Por consiguiente, si se encuentran el par motor de salida máximo del generador de motor eléctrico 40 y el coeficiente de fricción μ de la carretera, puede estimarse la fuerza de accionamiento máxima del vehículo Fvd_{max} y los demás valores.

Tal como se muestra en la figura 9A, en una coordenada rectangular con la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo Fvx como abscisas y el momento de guiñada del vehículo Mv como ordenadas, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo Fvx y el momento de guiñada del vehículo Mv que pueden obtenerse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda adoptan valores dentro de un hexágono 104 decidido mediante la fuerza de accionamiento máxima del vehículo Fvd_{max} , la fuerza de frenado máxima del vehículo Fvb_{max} , el momento de guiñada máximo del vehículo Mvl_{max} en la dirección de viraje hacia la izquierda, el momento de guiñada máximo del vehículo Mvr_{max} en la dirección de viraje hacia la derecha, y el intervalo variable del momento de guiñada del vehículo Mv cuando la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo Fvx son la fuerza de accionamiento máxima Fvd_{max} o la fuerza de frenado máxima Fvb_{max} .

De manera notable, en la figura 9, los puntos A a H corresponden a los casos A a H en las figuras 6 y 7. Tal como se muestra mediante una línea de puntos en la figura 9A, el hexágono 102 se vuelve pequeño a medida que el coeficiente de fricción μ de la carretera disminuye. Además, a medida que la magnitud del ángulo de dirección θ aumenta, la fuerza lateral de las ruedas delantera izquierda y delantera derecha, que son las ruedas de dirección, aumenta, de modo que la tolerancia de la fuerza longitudinal se vuelve pequeña. Por tanto, el hexágono 102 se vuelve pequeño a medida que la magnitud del ángulo de dirección θ aumenta.

Cuando el par motor de salida del generador de motor eléctrico 40 es lo suficientemente grande, la fuerza de accionamiento máxima y la fuerza de frenado máxima de cada rueda se determinan mediante el coeficiente de fricción μ de la carretera. Por tanto, suponiendo que la dirección de aceleración del vehículo y la dirección de viraje hacia la izquierda del vehículo se definen como positivas, las relaciones entre la fuerza de accionamiento máxima y la fuerza de frenado máxima de cada rueda, la fuerza de accionamiento máxima del vehículo y la fuerza de frenado máxima del vehículo, y el momento de guiñada máximo del vehículo en la dirección de viraje hacia la izquierda y el momento de guiñada máximo del vehículo en la dirección de viraje hacia la derecha son iguales a las mencionadas anteriormente en la primera realización. Por consiguiente, el intervalo de la fuerza de accionamiento y el momento de guiñada del vehículo que puede lograrse mediante la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas se convierte en el intervalo del rombo como la primera realización.

Además, cuando el par motor de salida del generador de motor eléctrico 40 y la fuerza de frenado máxima de cada rueda son más pequeños que los de la realización, la fuerza de accionamiento del vehículo se convierte en la máxima aunque toda la fuerza de accionamiento máxima se distribuya a las ruedas izquierdas o ruedas derechas, y la fuerza de frenado del vehículo se convierte en la máxima aunque todas las fuerzas de frenado se distribuyan a las ruedas izquierdas o las ruedas derechas. Por tanto, tal como se indica mediante una línea de puntos y rayas en la figura 9A, el intervalo de la fuerza de accionamiento y el momento de guiñada del vehículo que puede lograrse por la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas se convierte en el intervalo del rectángulo.

Las coordenadas en los puntos A a H mostrados en la figura 12 son $(F_{vdmax}, 0)$, $(F_{vbmax}, 0)$, $(0, M_{vlmax})$, $(F_{vdmax}, K_m M_{vlmax})$, $(F_{vbmax}, K_m M_{vlmax})$, $(0, M_{vrmax})$, $(F_{vdmax}, -K_m M_{vlmax})$, y $(F_{vbmax}, -K_m M_{vlmax})$, respectivamente, suponiendo que el coeficiente K_m se define como no menos de 0 y no más de 1.

Suponiendo que la razón de distribución longitudinal de la fuerza de frenado/accionamiento F_{wxi} a las ruedas traseras se define como K_r (constante de $0 < K_r < 1$), la razón de distribución lateral de la fuerza de frenado/accionamiento F_{wxi} a las ruedas derechas se define como K_y ($0 \leq K_r \leq 1$) para las ruedas delanteras y las ruedas traseras, y la banda de rodadura del vehículo se define como T_r , se establecen las siguientes ecuaciones de 4 a 7. Por consiguiente, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento fija la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda a la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} , cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} están dentro del hexágono 102 mencionado anteriormente. Por ejemplo, calcula los valores que satisfacen las siguientes ecuaciones de 4 a 7 como la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} ($i = fl, fr, rl, rr$) y la razón de distribución lateral K_y a las ruedas derechas mediante el método de los mínimos cuadrados.

$$F_{wxfl} + F_{wxfr} + F_{wxrl} + F_{wxrr} = F_{vt} \quad (4)$$

$$\{F_{wxfr} + F_{wxrr} - (F_{wxfl} + F_{wxrl})\}T_r/2 = M_{vt} \quad (5)$$

$$(F_{wxfl} + F_{wxfr})K_r = (F_{wxrl} + F_{wxrr})(1 - K_r) \quad (6)$$

$$(F_{wxfl} + F_{wxrl})K_y = (F_{wxfr} + F_{wxrr})(1 - K_y) \quad (7)$$

Cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} están fuera del intervalo del hexágono 102 mencionado anteriormente, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación de manera que la magnitud de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v y la magnitud del momento de guiñada M_v por las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de las ruedas se vuelven respectivamente los máximos dentro del intervalo en el que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada M_{vt} tras la

modificación por la fuerza de frenado/accionamiento de las ruedas se convierte en la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} , requerida para el vehículo, mediante las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas. Entonces, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula los valores que satisfacen las ecuaciones de 4 a 7 anteriores como las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de las ruedas y la razón de distribución lateral K_y a las ruedas derechas mediante el método de los mínimos cuadrados, por ejemplo.

Cuando la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v adopta un valor positivo lo que significa que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v es una fuerza de accionamiento, y las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de las ruedas son valores positivos lo que significa que las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxti} son fuerzas de accionamiento, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento fija las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} y las fuerzas de frenado regenerativas objetivo F_{wrti} ($i = fl, fr, rl, rr$) de las ruedas a cero, emite las señales que indican las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} al controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado, y fija las fuerzas de accionamiento objetivo F_{wdti} ($i = fl, fr, rl, rr$) de las ruedas a las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} .

Entonces, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula la corriente de accionamiento objetivo I_t al generador de motor eléctrico 40 y la razón de distribución lateral K_y a las ruedas derechas mediante mapas o funciones no ilustrados basándose en las fuerzas de accionamiento objetivo F_{wdti} , y controla la corriente de accionamiento aplicada al generador de motor eléctrico 40 basándose en la corriente de accionamiento objetivo I_t así como controla el diferencial de ruedas delanteras 48 y el diferencial de ruedas traseras 52 basándose en la razón de distribución lateral K_y a las ruedas derechas, controlando así la fuerza de accionamiento de cada rueda de manera que las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxi} de las ruedas se convierten en la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} .

Por otro lado, cuando la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v adopta un valor positivo lo que significa que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v es una fuerza de accionamiento, pero la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de una cualquiera de las ruedas adopta un valor negativo lo que significa que es una fuerza de frenado, y cuando la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v adopta un valor negativo lo que significa que es una fuerza de frenado, pero la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de una cualquiera de las ruedas adopta un valor positivo lo que significa que es una fuerza de accionamiento, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento determina la razón de distribución lateral K_y a las ruedas derechas de manera que la fuerza de accionamiento se distribuye sólo al lado en el que las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} adoptan valores positivos, calcula la corriente de accionamiento objetivo I_t al generador de motor eléctrico 40 basándose en la suma de las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo positivas F_{wxti} , y emite señales que indican las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} al controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado de manera que la fuerza de frenado por fricción por el dispositivo 18 de frenado por fricción se aplica a la rueda que presenta la fuerza de frenado/accionamiento objetivo negativa F_{wxti} .

Entonces, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento controla la corriente de accionamiento aplicada al generador de motor eléctrico 40 basándose en la corriente de accionamiento objetivo I_t , y controla el diferencial de ruedas delanteras 48 y el diferencial de ruedas traseras 52 basándose en la razón de distribución lateral K_y a las ruedas derechas. El controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado aplica la fuerza de frenado por fricción según la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} a la rueda que presenta la fuerza de frenado/accionamiento objetivo negativa F_{wxti} . Por consiguiente, las fuerzas de frenado/accionamiento F_{wxi} de las ruedas se controlan para coincidir con las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} .

Cuando la suma de las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} no es mayor que la fuerza de frenado regenerativa máxima por el generador de motor eléctrico 40 en el caso en el que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v adopta un valor negativo lo que significa que es una fuerza de frenado, y las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de las ruedas adoptan valores negativos lo que significa que son fuerzas de frenado, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento fija las fuerzas de accionamiento objetivo F_{wdti} y las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} de las ruedas a 0, y fija la fuerza de frenado regenerativa objetivo F_{rt} a la suma de las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} , controlando así la razón de distribución lateral K_y a las ruedas derechas y el generador de motor eléctrico 40 de manera que la fuerza de frenado regenerativa se convierte en la fuerza de frenado regenerativa objetivo F_{rt} .

Cuando la magnitud de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de una cualquiera de las ruedas es mayor que la fuerza de frenado regenerativa máxima por el generador de motor eléctrico 40 en el caso en el que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v adopta un valor negativo lo que significa que es una fuerza de frenado, y las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de las ruedas adoptan valores negativos lo que significa que son fuerzas de frenado, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento fija las fuerzas de accionamiento objetivo F_{wdti} de las ruedas a 0, fija la fuerza de frenado regenerativa por el generador de motor eléctrico 40 a la fuerza de frenado regenerativa máxima, y fija la razón de distribución lateral K_y a las ruedas derechas de manera que aumenta la razón de distribución de la fuerza de frenado regenerativa a la rueda que presenta la mayor fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} .

Entonces, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento calcula, como las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} , los valores obtenidos mediante la resta de las fuerzas de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de las ruedas las fuerzas de frenado regenerativas asociadas de las ruedas, y emite las señales que indican las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} al controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado. Además, el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento controla el generador de motor eléctrico 40 de manera que la fuerza de frenado regenerativa se convierte en la fuerza de frenado regenerativa máxima, y controla el diferencial de ruedas delanteras 48 y el diferencial de ruedas traseras 52 basándose en la razón de distribución lateral K_y a las ruedas derechas.

También en esta segunda forma de realización, el controlador electrónico 28 para controlar la fuerza de frenado calcula las presiones de frenado objetivo P_{bti} ($i = fl, fr, rl, rr$) de las ruedas basándose en las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} de las ruedas introducidas desde el controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento, y controla el circuito 20 hidráulico de manera que las presiones de frenado P_{bi} de las ruedas se convierte en las presiones de frenado objetivo asociadas P_{bti} , controlando así de manera que las fuerzas de frenado por fricción F_{wbi} ($i = fl, fr, rl, rr$) de las ruedas se convierten en las fuerzas de frenado por fricción objetivo asociadas F_{wbti} de las ruedas.

A continuación, se explicará el control de la fuerza de frenado/accionamiento en la segunda realización con referencia al diagrama de flujo mostrado en la figura 8. Las etapas en la figura 8 iguales a las etapas mostradas en la figura 3 se identifican con los mismos números. El control mediante el diagrama de flujo mostrado en la figura 8 se inicia mediante la activación del controlador electrónico 16 para controlar la fuerza de accionamiento, y se ejecuta repetidamente cada tiempo predeterminado hasta que se apaga un interruptor de encendido, no mostrado.

En esta segunda forma de realización, las etapas de 10 a 70 y las etapas de 200 a 220 se ejecutan de la misma manera que en la primera realización. Cuando se realiza la determinación positiva en la etapa 60, se calcula la pendiente G_p del segmento L que une el punto P, que representa la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} , y el origen en la figura 8, en la etapa 110.

En la etapa 120, se determina si el valor absoluto de la pendiente G_p es superior o no a una pendiente de referencia G_{po} , que se define mediante la pendiente del segmento L_d que une el punto D y el origen en la figura 9. Cuando se realiza la determinación negativa, el programa avanza a la etapa 140. Cuando se realiza la determinación positiva, el programa avanza a la etapa 130.

En la etapa 130, se obtiene el punto de intersección Q del segmento L, que conecta el punto P que representa la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} y el origen O, y la línea exterior del hexágono 102, como el punto objetivo, tal como se muestra en la figura 9B, y si las coordenadas del punto objetivo Q se definen como (F_{vq}, M_{vq}) , la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fijan respectivamente a F_{vq} y M_{vq} . Posteriormente, el programa avanza a la etapa 200. En este caso, cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} adopta un valor positivo, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación es una fuerza de accionamiento. Cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} adopta un valor negativo, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación es una fuerza de frenado. Cuando el momento de guiñada objetivo M_{vn} adopta un valor positivo, el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija al momento de guiñada en la dirección de viraje hacia la izquierda. Cuando el momento de guiñada objetivo M_{vn} adopta un valor negativo, el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija al momento de guiñada en la dirección de viraje hacia la derecha.

En la etapa 140, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación se fija a la fuerza de frenado/accionamiento F_{vq} en las coordenadas del punto de intersección Q del segmento L y la línea exterior del hexágono 102, y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija al momento de guiñada M_{vq} en las coordenadas del punto de intersección Q. Posteriormente, el programa avanza a la etapa 200. En este caso, cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} adopta un valor positivo, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación es la fuerza de accionamiento máxima F_{vmax} . Cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} adopta un valor negativo, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación es la fuerza de frenado máxima F_{vmax} . Cuando el momento de guiñada objetivo M_{vn} adopta un valor positivo, el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija al momento de guiñada en la dirección de viraje hacia la izquierda. Cuando el momento de guiñada objetivo M_{vn} adopta un valor negativo, el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fija al momento de guiñada en la dirección de viraje hacia la derecha.

Se ejecuta el control igual al de la primera realización mencionada anteriormente en la etapa 210 en esta segunda forma de realización, excepto porque la fuerza de frenado regenerativa objetivo F_{rt} y las fuerzas de frenado por fricción objetivo F_{wbti} de las ruedas se calculan tal como se describió anteriormente.

Por tanto, en la segunda forma de realización, cuando la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} no son 0 en la condición en la que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} no pueden lograrse mediante el control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas, se calcula la pendiente G_p del segmento L que une el punto P, que representa la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} , y el origen en la figura 8, en la etapa 110, se obtiene el punto de intersección Q del segmento L y la línea exterior del hexágono 102 como el punto objetivo en las etapas de 120 a 140, y la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se fijan respectivamente a F_{vq} y M_{vq} que son los valores en el punto Q según el grado de la pendiente del segmento L con respecto a la pendiente de referencia G_{po} .

Por consiguiente, según la segunda forma de realización ilustrada, cuando el vehículo, en el que las ruedas izquierdas y derechas se frenan y se accionan mediante un generador de motor eléctrico común a esas ruedas, y la fuerza de accionamiento y la fuerza de frenado regenerativa se controlan para distribuirse a las ruedas izquierdas y derechas, está en la condición en la que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} no pueden lograrse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} tras la modificación y el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vt} tras la modificación se calculan de manera que, dentro del intervalo en el que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} y el momento de guiñada M_{vt} tras la modificación a través del control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda coincide con la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} a través del control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda requeridos para el vehículo, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo F_v y el momento de guiñada M_v adoptan los valores más grandes en magnitud que pueden alcanzarse mediante la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{wxti} de cada rueda. Por tanto, al igual que la primera realización mencionada anteriormente, la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda se controla de manera que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada coincide seguramente con la razón de la fuerza de frenado/accionamiento objetivo y el momento de guiñada objetivo, con el resultado de que la fuerza de frenado/accionamiento y el momento de guiñada requeridos para el vehículo pueden lograrse en la medida de lo posible dentro del intervalo de la fuerza de frenado/accionamiento que puede generarse por cada rueda.

En particular, según la segunda forma de realización ilustrada, el generador de motor eléctrico 40 que es común a todas las ruedas y sirve como fuente de accionamiento genera una fuerza de frenado regenerativa, en el caso en el que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo F_{vt} adopta un valor negativo lo que significa que es una fuerza de frenado. Por tanto, al igual que la primera realización mencionada anteriormente, la energía de movimiento del vehículo puede devolverse eficazmente como energía eléctrica tras la operación de frenado para la desaceleración, al tiempo que se logra la fuerza de frenado/accionamiento y el momento de guiñada requeridos para el vehículo en la medida de lo posible dentro del intervalo de la fuerza de frenado/accionamiento que puede generarse por cada rueda.

Según la primera y segunda formas de realización ilustradas, la aceleración longitudinal objetivo del vehículo G_{xt} se calcula basándose en la abertura del acelerador ϕ y la presión de cilindro maestro P_m que indica la magnitud de operación de aceleración o desaceleración por un conductor, la tasa de guiñada objetivo del vehículo γ_t se calcula basándose en el ángulo de dirección θ , que es una cantidad de operación de dirección por un conductor, y la velocidad del vehículo V , la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} requeridas para el vehículo se calcula basándose en la aceleración longitudinal objetivo del vehículo G_{xt} , y el momento de guiñada total objetivo M_{vnt} requerido para el vehículo se calcula basándose en el momento de guiñada objetivo del vehículo γ_t .

Se calcula el momento de guiñada de viraje del vehículo M_s por la fuerza lateral de cada rueda, y el valor obtenido restando el momento de guiñada de viraje M_s del momento de guiñada total objetivo del vehículo M_{vnt} se calcula como el momento de guiñada objetivo del vehículo M_{vn} , lo que se requiere para el vehículo y debe alcanzarse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda. Por tanto, el momento de guiñada objetivo del vehículo requerido para el vehículo que debe alcanzarse mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda puede calcularse de manera segura y correcta en una proporción justa, en comparación con el caso en el que no se considera el momento de guiñada de viraje del vehículo M_s alcanzado por las fuerzas laterales de las ruedas.

Aunque la fuente de accionamiento es el generador de motor eléctrico 40 que es común a cuatro ruedas en la segunda realización ilustrada, la fuente de accionamiento para accionar las ruedas para ejecutar el control de la distribución de fuerza de accionamiento entre ruedas izquierdas y derechas puede ser medios de accionamiento opcionales conocidos por un experto en la materia, tales como un motor de combustión interna, sistema híbrido o similares.

Aunque se proporciona un único generador de motor eléctrico 40 como fuente de accionamiento común a cuatro ruedas en la segunda forma de realización ilustrada, puede proporcionarse una fuente de accionamiento común a la rueda delantera izquierda y la rueda delantera derecha y una fuente de accionamiento común a la rueda trasera izquierda y la rueda trasera derecha. Además, puede proporcionarse una fuente de accionamiento común sólo a la

5 rueda delantera izquierda y la rueda delantera derecha o una fuente de accionamiento común sólo a la rueda trasera izquierda y la rueda trasera derecha. En este caso, el hexágono 102 adopta una forma 102' mostrada en la figura 9C. Específicamente, cuando el momento de guiñada del vehículo en la dirección de viraje hacia la izquierda y el momento de guiñada del vehículo en la dirección de viraje hacia la derecha son los valores máximos Mv_{lmax} y Mv_{rmax} respectivamente, la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo adopta un valor negativo, lo que significa que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo es una fuerza de frenado. Los efectos anteriormente mencionados también pueden lograrse mediante este vehículo.

10 La presente invención se explica con detalle con respecto a formas de realización específicas, pero la invención no se limita a las formas de realización mencionadas anteriormente. Resultará evidente para un experto en la materia que diversas otras modificaciones son posibles dentro del alcance de la presente invención.

15 Por ejemplo, aunque la fuerza de frenado regenerativa se genera según se necesite por los generadores de motor eléctrico de 12FL a 12RR y el generador de motor eléctrico 40 en las formas de realización primera y segunda mencionadas anteriormente, puede revisarse de manera que no se realice el frenado regenerativo, aunque la fuente de accionamiento sea un generador de motor eléctrico, y la fuerza de frenado se genera sólo mediante el frenado por fricción.

20 La razón de distribución longitudinal K_r de la fuerza de frenado/accionamiento a las ruedas traseras es constante en las formas de realización primera y segunda mencionadas anteriormente. Sin embargo, la razón de distribución longitudinal K_r a las ruedas traseras puede fijarse de manera variable según la magnitud del ángulo de dirección de manera que la razón de distribución longitudinal K_r a las ruedas traseras aumenta gradualmente a medida que la magnitud del ángulo de dirección aumenta, ya que en general, la fuerza lateral de la rueda que puede dirigirse aumenta y la fuerza longitudinal permisible de la rueda que puede dirigirse disminuye a medida que aumenta la magnitud del ángulo de dirección.

25 En general, a medida que las fuerzas de frenado de las ruedas traseras aumentan tras el frenado del vehículo para la desaceleración, la fuerza lateral de las ruedas traseras disminuye deteriorando así la estabilidad en circulación del vehículo. Por tanto, la razón de distribución longitudinal K_r a las ruedas traseras puede fijarse de manera variable según la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo de manera que disminuye a medida que la fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo adopta un valor negativo y su magnitud es mayor.

30 En la primera y segunda formas de realización mencionadas anteriormente, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} mediante el control de la fuerza de frenado/accionamiento de cada rueda requeridos para el vehículo se calculan basándose en la magnitud de operación de aceleración/desaceleración y la magnitud de operación de dirección por parte del conductor. Sin embargo, en el caso en el que el comportamiento del vehículo es inestable, la fuerza de frenado/accionamiento objetivo F_{vn} y el momento de guiñada objetivo M_{vn} pueden corregirse para calcularse considerando la aceleración longitudinal objetivo o la tasa de guiñada objetivo, que se requieren para estabilizar el comportamiento del vehículo, además de la magnitud de operación de aceleración/desaceleración y la cantidad de operación de dirección por parte del conductor.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo, que comprende:

5 unos medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento (12FL-12RR, 18, 28, 40, 42, 48, 52) que pueden aplicar fuerzas de frenado/accionamiento a unas ruedas (10FL-10RR);

unos medios (14, 36) para detectar una magnitud de operación de accionamiento por parte de un ocupante;

10 unos medios (16, 14, 30-36) para calcular una fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y un momento de guiñada objetivo del vehículo, que debería generarse mediante las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas (10FL-10RR), basándose al menos en la magnitud de operación de accionamiento por parte de un ocupante, caracterizado porque presenta

15 unos medios de control (16) para controlar la fuerza de frenado/accionamiento aplicada a cada rueda (10FL-10RR) por dichos medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento (18, 28) de manera que, cuando dicha fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y/o dicho momento de guiñada objetivo del vehículo no puede lograrse mediante las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas (10FL-10RR), la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada del vehículo procedente de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas (10FL-10RR) adoptan los valores más elevados dentro del intervalo (100, 102) en el que la razón de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada del vehículo a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas (10FL-10RR) coincide sustancialmente con la razón de dicha fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y dicho momento de guiñada objetivo del vehículo a través del control de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas (10L-10RR).

25 2. Aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo según la reivindicación 1, en el que

un punto (Q) de intersección de un segmento, que conecta el punto (P) que muestra dicha fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y dicho momento de guiñada objetivo del vehículo y el origen (O), y una línea (100, 102) que indica los valores más elevados de la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada del vehículo procedente de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas (10FL-10RR) se define como el punto objetivo en una coordenada rectangular con la fuerza de accionamiento/de frenado del vehículo y el momento de guiñada del vehículo como ejes de coordenadas, y dichos medios de control (16) controlan la fuerza de frenado/accionamiento aplicada a cada rueda (10FR-10RR) por dichos medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento (12FL-12RR, 18, 28, 40, 42, 48, 52), de manera que la fuerza de frenado/accionamiento del vehículo y el momento de guiñada del vehículo procedente de las fuerzas de frenado/accionamiento de las ruedas (10FL-10RR) adoptan los valores en dicho punto objetivo.

40 3. Aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que

dichos medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento (12FL-12RR, 18, 28) aplican la fuerza de frenado/accionamiento de manera independiente a cada rueda.

45 4. Aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que

dichos medios de aplicación de fuerza de frenado/accionamiento (18, 28, 40, 42, 48, 52) aplican la fuerza de frenado de manera independiente a cada rueda (10FL-10RR), y aplican una fuerza de accionamiento a partir de unos medios de accionamiento (40), que son comunes a las ruedas derecha e izquierda, a las ruedas derecha e izquierda de tal manera que la distribución de las fuerzas de accionamiento a las ruedas derecha e izquierda sea variable.

55 5. Aparato de control de fuerza de frenado/accionamiento para un vehículo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que

dichos medios (16, 14, 30-36) para calcular una fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y un momento de guiñada objetivo del vehículo calculan dicha fuerza de frenado/accionamiento objetivo del vehículo y dicho momento de guiñada total objetivo del vehículo para hacer que el vehículo circule de manera estable basándose al menos en la magnitud de la operación de accionamiento por parte de un ocupante, estiman un momento de guiñada de viraje del vehículo debido a las fuerzas laterales de las ruedas basándose al menos en la cantidad de la operación de accionamiento por parte de un ocupante, y calculan el valor obtenido restando dicho momento de guiñada de viraje de dicho momento de guiñada total objetivo como dicho momento de guiñada objetivo del vehículo.

FIG.1

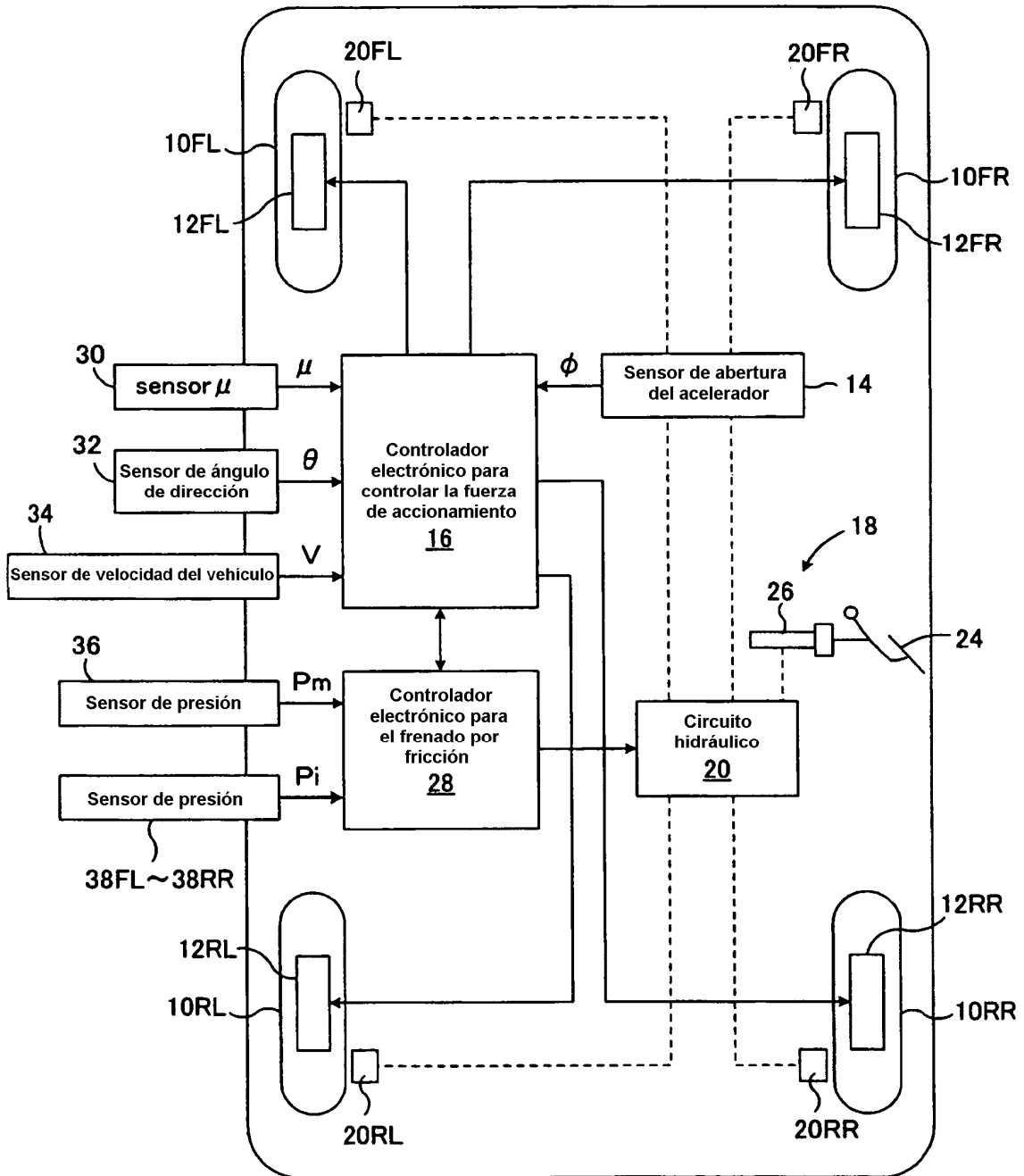


FIG.2A

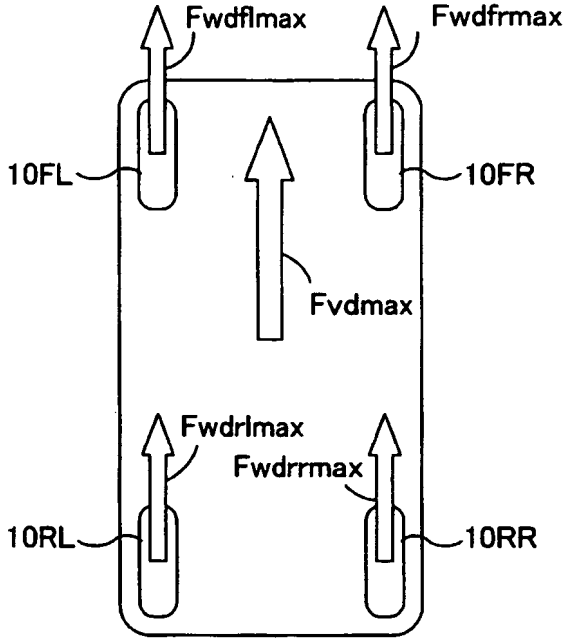


FIG.2B

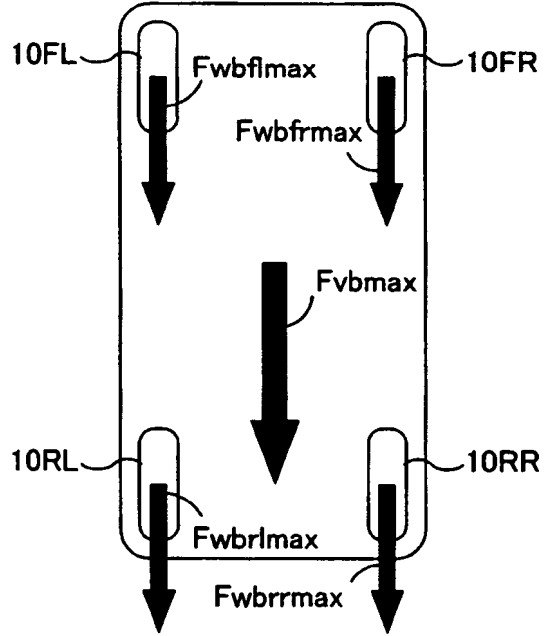


FIG.2C

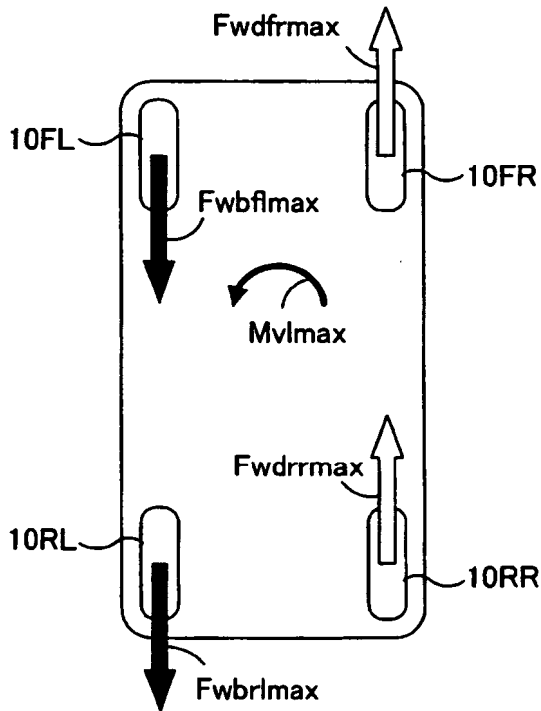


FIG.2D

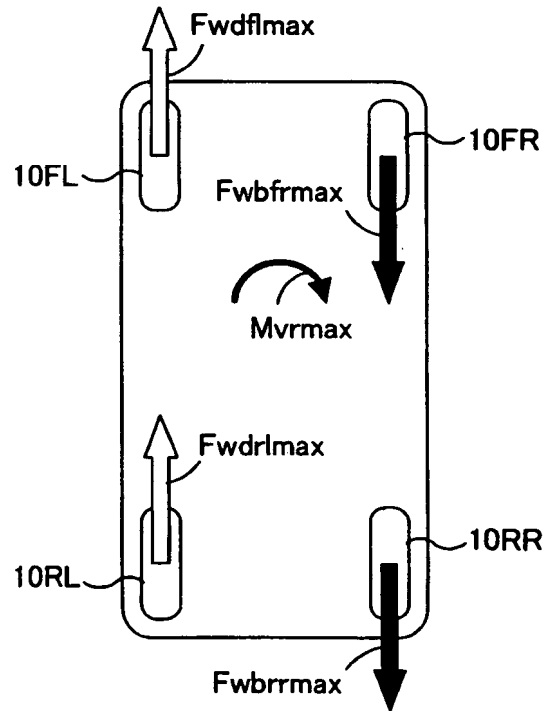


FIG.3

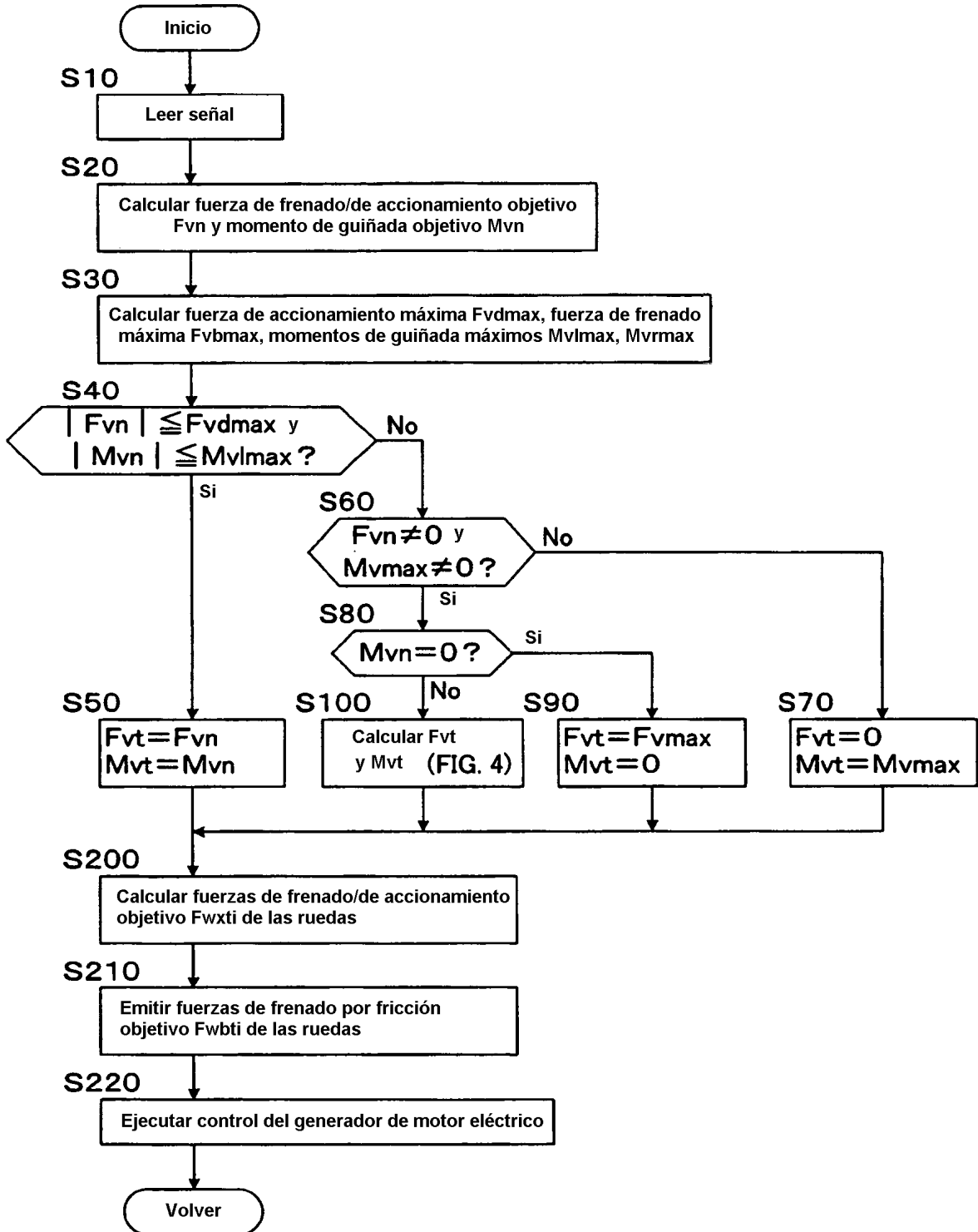


FIG.4A

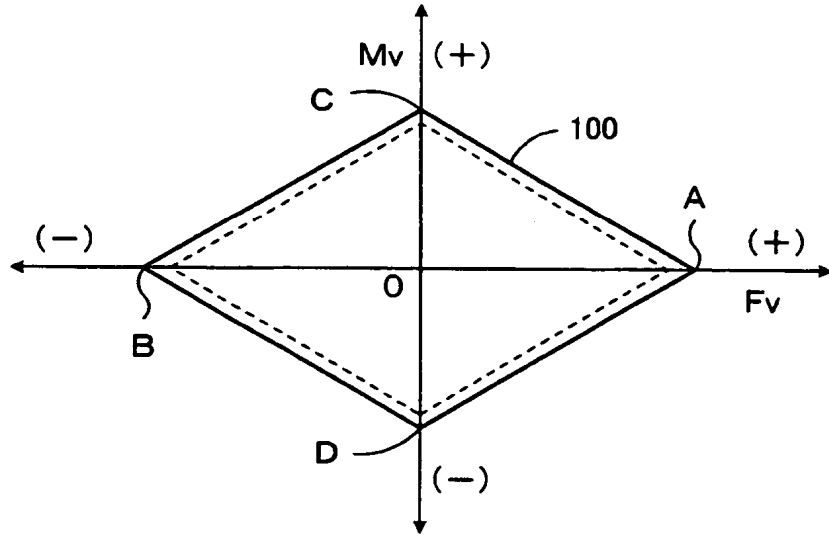


FIG.4B

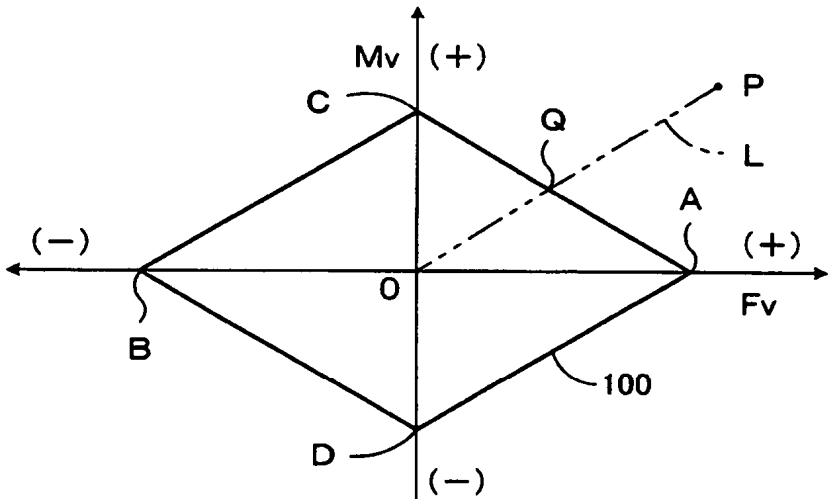


FIG.4C

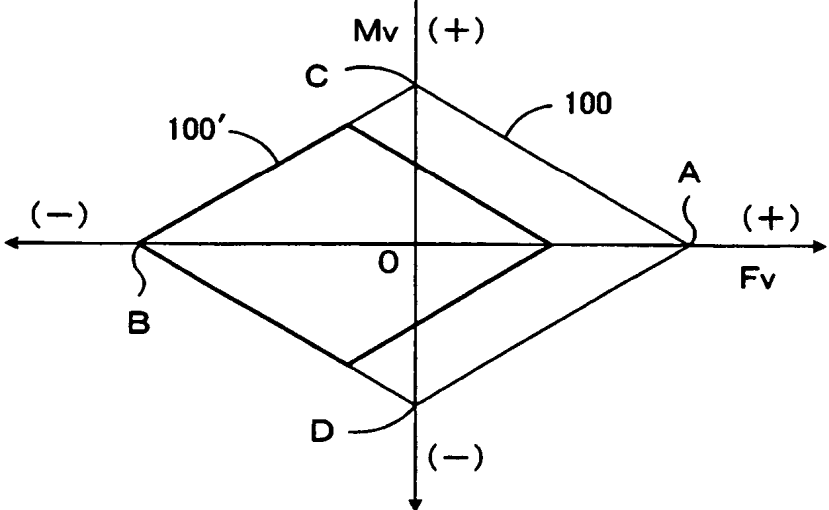


FIG.5

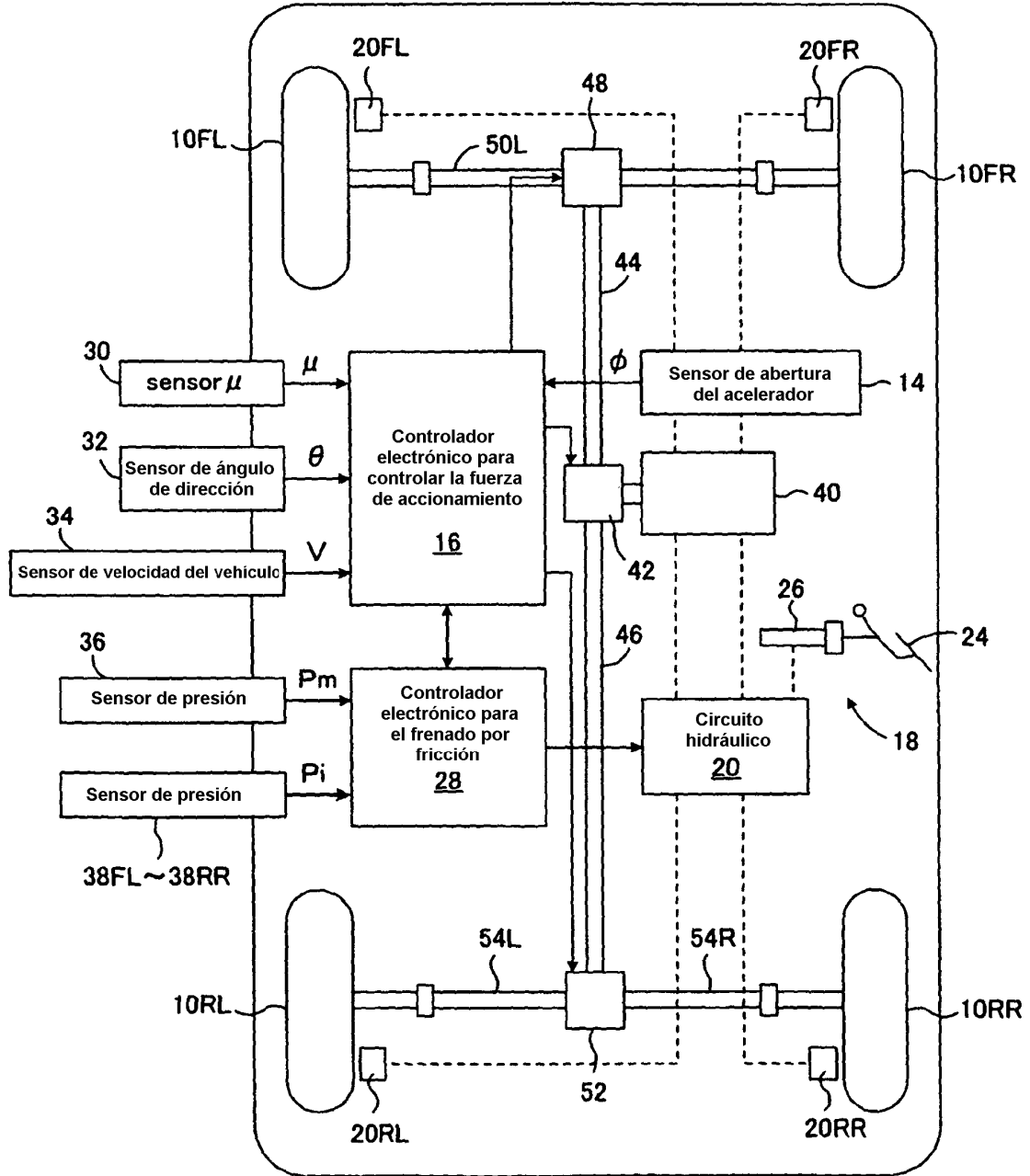


FIG.6A

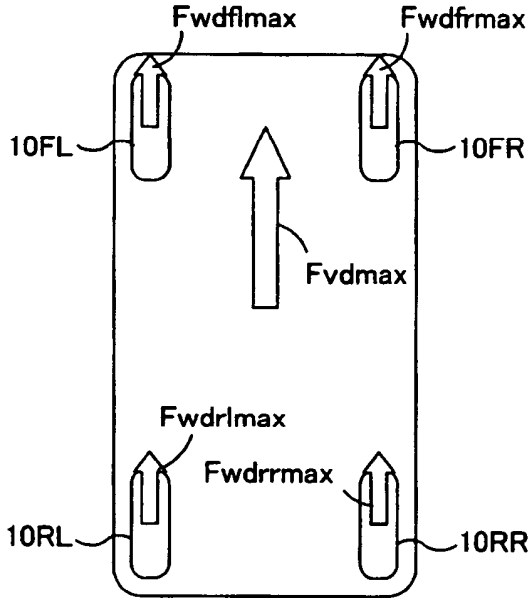


FIG.6B

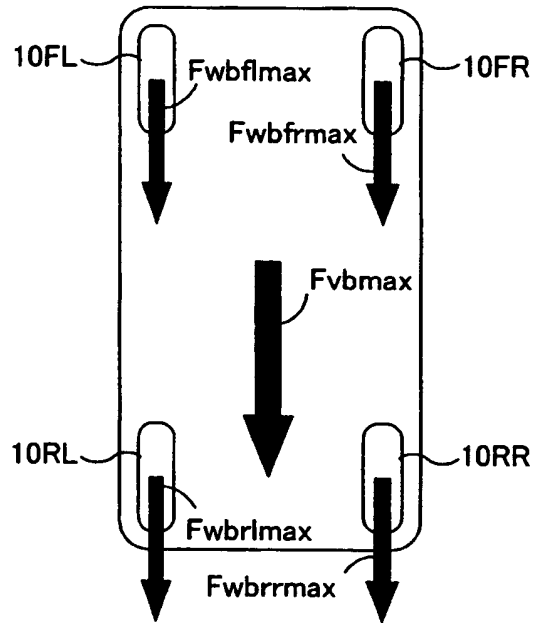


FIG.6C

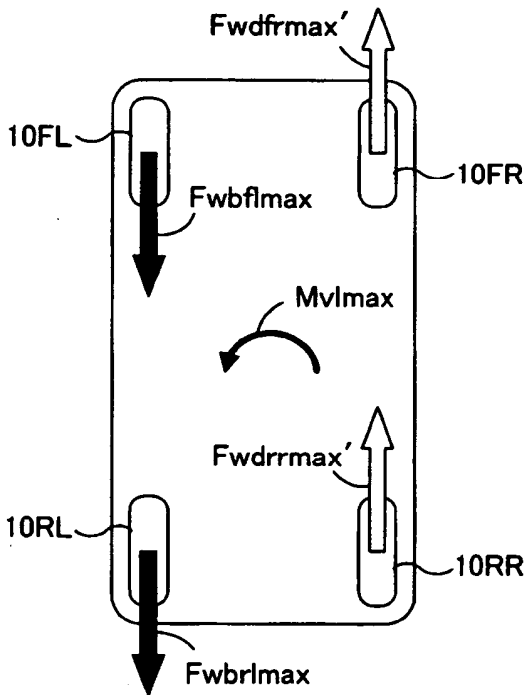


FIG.6D

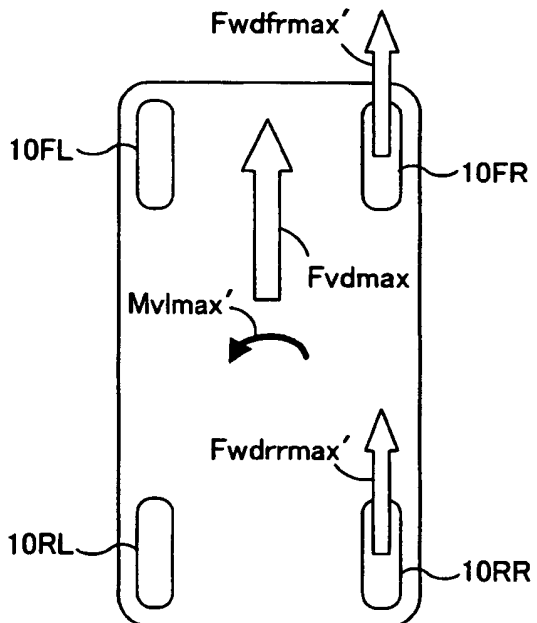


FIG.7A

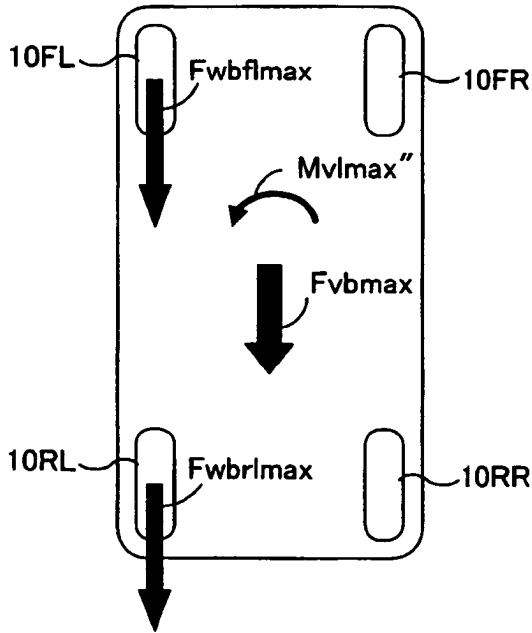


FIG.7B

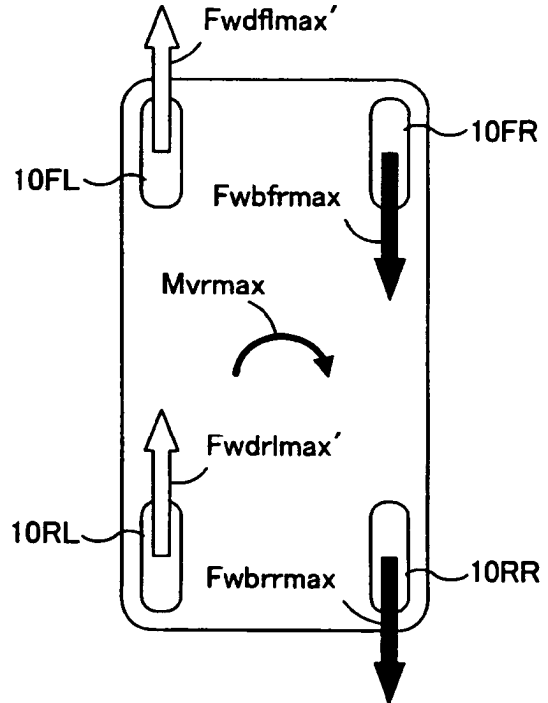


FIG.7C

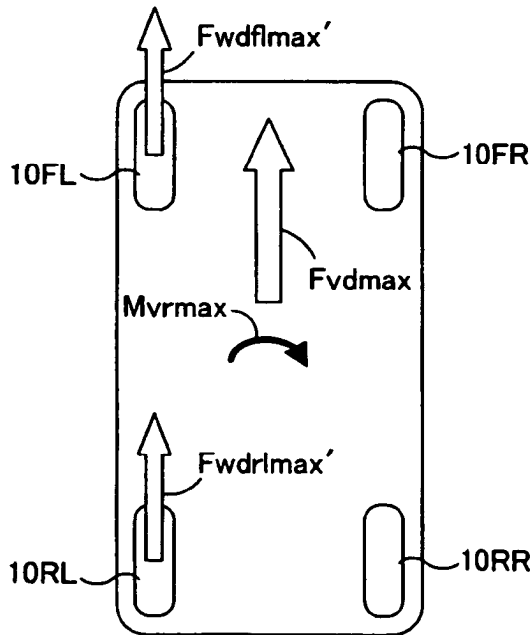


FIG.7D

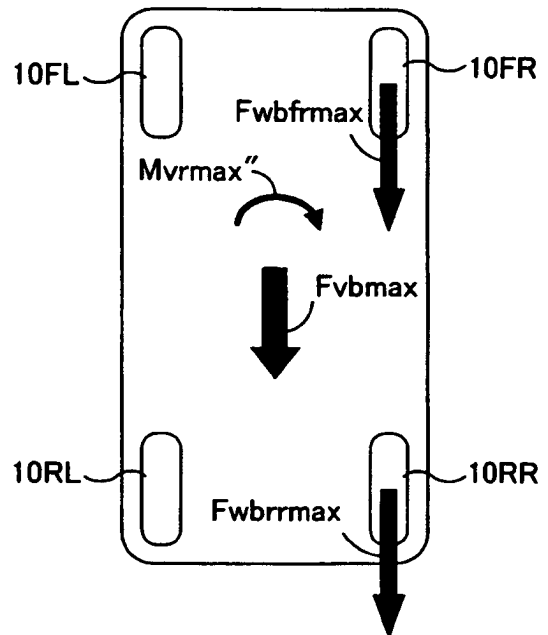


FIG.8

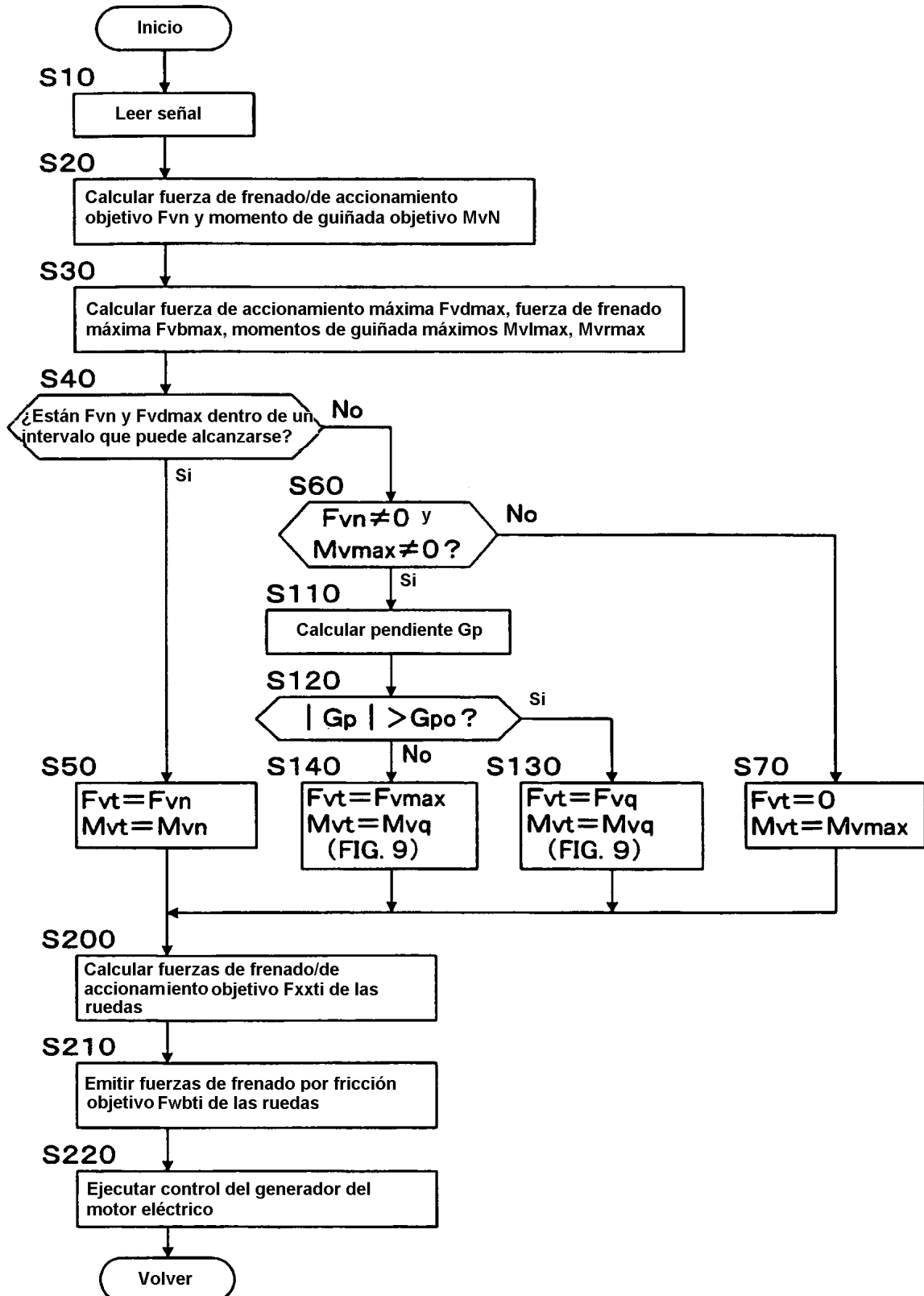


FIG.9A

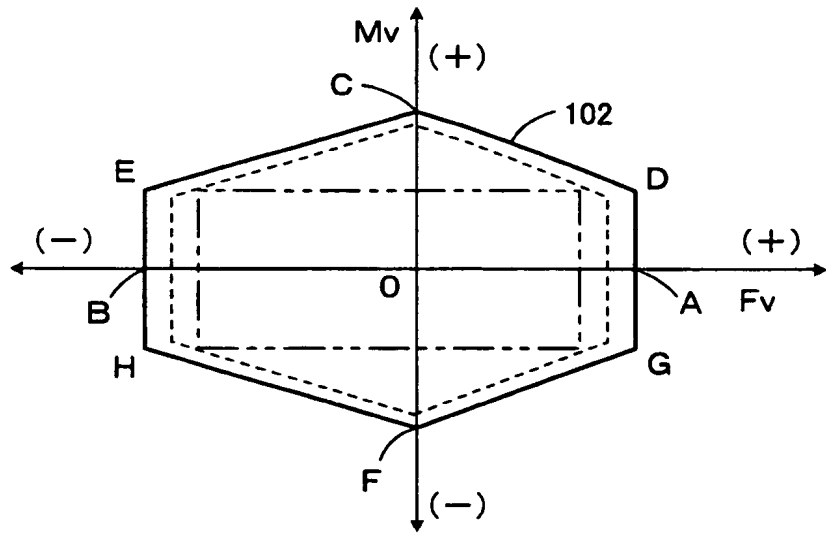


FIG.9B

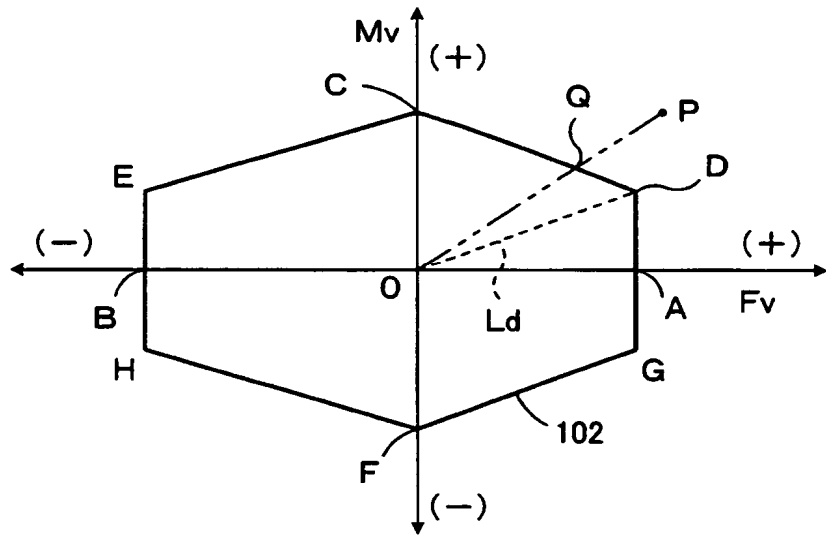


FIG.9C

