

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 946 182**

51 Int. Cl.:

G09B 23/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2016 PCT/JP2016/054012**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2016 WO16129648**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2016 E 16749291 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2023 EP 3258233**

54 Título: **Dispositivo de modelado de muelles helicoidales y procedimiento de control del mismo**

30 Prioridad:

12.02.2015 US 201514620855

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

13.07.2023

73 Titular/es:

**NHK SPRING CO., LTD. (100.0%)
3-10, Fukuura Kanazawa-ku
Yokohama-shi, Kanagawa 236-0004, JP**

72 Inventor/es:

**NAKAMURA, TAKAHIRO;
FURUKAWA, KAZUO;
MORIYAMA, SENRI;
SATO, RYUICHI y
NISHIZAWA, SHINICHI**

74 Agente/Representante:

MENDIGUTÍA GÓMEZ, María Manuela

ES 2 946 182 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

Dispositivo de modelado de muelles helicoidales y procedimiento de control del mismo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato de modelado de muelles helicoidales capaz de producir una fuerza reactiva (fuerza de repulsión) correspondiente a la compresión de un muelle helicoidal tal como un muelle helicoidal de suspensión, y a un procedimiento de control del mismo.

10

Técnica antecedente

Como un ejemplo de un sistema de suspensión de vehículos, se conoce una suspensión de tipo puntal McPherson. La suspensión de tipo puntal McPherson comprende un muelle helicoidal y un puntal (un amortiguador) provisto dentro del muelle helicoidal. El muelle helicoidal se comprime mediante una carga aplicada desde la parte superior del muelle helicoidal y se extiende y retrae de acuerdo con la carga. El puntal también se extiende y se retrae.

15

En la suspensión de tipo puntal McPherson, a fin de reducir la resistencia al deslizamiento de un puntal, se conoce el desplazamiento de una posición de línea de fuerza (FLP) de un muelle helicoidal desde la línea central del muelle helicoidal. Por ejemplo, la posición de línea de fuerza (FLP) de un muelle helicoidal se establece en una posición en la que la fricción del puntal es mínima. Por esta razón, se debe especificar la relación entre la posición de línea de fuerza (FLP) de un muelle helicoidal y la resistencia al deslizamiento de un puntal. Sin embargo, producir una variedad de muelles helicoidales —cuyas posiciones de línea de fuerza son diferentes a modo de ensayo— lleva mucho tiempo y es muy costoso. Por lo tanto, en lugar de usar el muelle helicoidal, se ha propuesto usar un aparato de modelado de muelles helicoidales.

20

25

Por ejemplo, se conoce un aparato de modelado de muelles helicoidales divulgado en la Patente de EE.UU. N.º 7.606.690 (Literatura de Patentes 1). Además, se divulga un aparato de modelado de muelles helicoidales mejorado en "Research of Effect of Coil Spring Reaction Force Line on Vehicle Characteristics by Universal Spring (Investigación sobre el efecto de la línea de fuerza de reacción de muelles helicoidales en las características de vehículos mediante muelles universales)" (Literatura no Relacionada con Patentes 1), en las páginas 21 a 24 de las actas, cuya presentación fue realizada en la conferencia celebrada por la Japan Society of Spring Engineers (en Nagoya) el 1 de noviembre de 2013, y en "Experimental Study on the Effect of Coil Spring Reaction Force Vector on Suspension Characteristics (Estudio experimental sobre el efecto del vector de fuerza de reacción de muelles helicoidales en las características de suspensión)" de SAE 2014 (Literatura no Relacionada con Patentes 2), cuya presentación fue realizada en los Estados Unidos (Detroit) el 8 de abril de 2014. El aparato de modelado de muelles helicoidales divulgado en los documentos anteriores tiene un mecanismo paralelo de tipo plataforma Stewart que comprende seis cilindros hidráulicos. Al accionar cada uno de los cilindros hidráulicos mediante presión de fluido, se puede producir una fuerza reactiva correspondiente a la compresión de un muelle helicoidal.

30

35

40

El documento de patente US 5390948 A se refiere a un sistema de suspensión activa de vehículos que tiene un muelle para soportar principalmente la masa suspendida de una carrocería de vehículo y un actuador hidráulico para controlar activamente el movimiento de la rueda con respecto a la carrocería de vehículo, ambos dispuestos entre la carrocería de vehículo y la rueda, y a un procedimiento para controlar dicho sistema de suspensión activa de vehículos.

45

El documento de patente US 2011/0025000 A se refiere en general a un sistema de suspensión montado en un vehículo, y más particularmente a un sistema de suspensión para un vehículo que incluye un actuador electromagnético para el amortiguamiento de vibraciones.

50

Sumario de la invención

55 **Problema técnico**

Se cambia la longitud (desviación) de un muelle helicoidal de acuerdo con una carga de compresión aplicada en la dirección axial. La longitud (desviación) de un muelle helicoidal cuyo coeficiente de elasticidad es invariable aumenta en proporción a la carga aplicada al muelle. Dependiendo de la especificación de una suspensión que comprende un muelle helicoidal, las características (por ejemplo, la resistencia al deslizamiento de un puntal y un momento de pivote de dirección) pueden cambiar de acuerdo con el cambio de longitud (la cantidad de compresión) del muelle helicoidal. Además, el coeficiente de elasticidad no es necesariamente invariable dependiendo del tipo de muelle helicoidal. Por ejemplo, existe un muelle helicoidal cuyo coeficiente de elasticidad aumenta a medida que aumenta la compresión.

60

65

En los aparatos de modelado de muelles helicoidales convencionales descritos en la Literatura de Patentes 1 y las Literaturas no Relacionadas con Patentes 1 y 2, siempre se suministra fluido que tiene una presión constante a cada uno de los cilindros hidráulicos en respuesta a una carga aplicada desde la parte superior. Por consiguiente, cada uno de los cilindros hidráulicos siempre produce una fuerza reactiva constante en respuesta a una carga de compresión aplicada desde la parte superior. Por esta razón, no se puede producir una fuerza reactiva correspondiente a la cantidad de compresión en cada uno de los cilindros hidráulicos con el aparato de modelado de muelles helicoidales convencional, y hay margen de mejora para hacer frente a la situación en la que está restringido el tipo de muelle helicoidal a modelar.

Por consiguiente, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un aparato de modelado de muelles helicoidales capaz de producir una fuerza reactiva correspondiente a la cantidad de compresión en cada uno de los cilindros hidráulicos, y modelar varios muelles helicoidales y un procedimiento para el control de los mismos.

Solución al problema

De acuerdo con una realización de la presente invención, se proporciona un aparato de modelado de muelles helicoidales de acuerdo con la reivindicación 1 y un procedimiento para controlar un aparato de modelado de muelles helicoidales de acuerdo con la reivindicación 5.

Un ejemplo de la unidad de accionamiento comprende un mecanismo paralelo de tipo plataforma Stewart que incluye seis cilindros hidráulicos dispuestos con sus inclinaciones cambiadas alternativamente entre el primer miembro de fijación y el segundo miembro de fijación. Un ejemplo del mecanismo de detección de altura de muelle comprende medidores de desplazamiento lineal que se proporcionan en los cilindros hidráulicos, respectivamente. Estos medidores de desplazamiento detectan cantidades de desplazamiento relativas a longitudes de referencia de los cilindros hidráulicos, respectivamente. Un ejemplo de medidor de desplazamiento es un transformador diferencial de variación lineal (LVDT) que comprende un émbolo. Además, se puede proporcionar un vástago guía que guía el movimiento lineal del émbolo. Además, una primera célula de carga interna configurada para detectar una fuerza axial aplicada al asiento de muelle inferior y un momento alrededor del eje, y una segunda célula de carga interna configurada para detectar una fuerza axial aplicada al asiento de muelle superior y un momento alrededor del eje se debe proporcionar de manera preferente.

El aparato de modelado de muelles helicoidales que comprende los medidores de desplazamiento calcula los desplazamientos verticales con respecto a las alturas de referencia, sobre la base de las cantidades de desplazamiento de los cilindros hidráulicos respectivos detectados por los medidores de desplazamiento. Una carga vertical obtenida al multiplicar el desplazamiento vertical por un coeficiente de elasticidad se suma a una carga vertical inicial. Al controlar la presión de fluido de cada uno de los cilindros hidráulicos con este valor adicional, un control de carga (control de fuerza reactiva) que tiene la característica de coeficiente de elasticidad se lleva a cabo como en el caso del muelle helicoidal real.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con el aparato de modelado de muelles helicoidales de la presente realización, se puede producir una fuerza reactiva correspondiente a la cantidad de compresión en cada uno de los cilindros hidráulicos como en el caso de un muelle helicoidal real que tiene un coeficiente de elasticidad dado. Por lo tanto, incluso si no se usa el muelle helicoidal real, se puede realizar una prueba característica equivalente a la realizada en una suspensión que comprende un muelle helicoidal.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en sección transversal de una suspensión de tipo puntal McPherson.
La Figura 2 es una vista en perspectiva de un aparato de modelado de muelles helicoidales de acuerdo con una realización.
La Figura 3 es una vista lateral del aparato de modelado de muelles helicoidales que se muestra en la Figura 2.
La Figura 4 es una vista inferior del aparato de modelado de muelles helicoidales que se muestra en la Figura 2.
La Figura 5 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea F5-F5 de la Figura 4.
La Figura 6 es un diagrama de bloques que muestra una estructura esquemática del aparato de modelado de muelles helicoidales que se muestra en la Figura 2.
La Figura 7 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente una parte del aparato de modelado de muelles helicoidales que se muestra en la Figura 2.
La Figura 8 es un gráfico que muestra la relación entre la cantidad de desplazamiento y la presión de fluido de un cilindro hidráulico.

Modo para llevar a cabo la invención

La Figura 1 muestra una suspensión de tipo puntal McPherson 1, que es un ejemplo de un sistema de

suspensión utilizado en vehículos. La suspensión 1 comprende un amortiguador tal como un puntal 2 y un muelle helicoidal de suspensión 3 (que en lo sucesivo simplemente se denominará muelle helicoidal 3). El puntal 2 comprende un tubo exterior 4 como un primer elemento de puntal, y un vástago 5 como un segundo elemento de puntal. El vástago 5 se inserta en el tubo exterior 4. Se proporciona un mecanismo de generación de fuerza de amortiguamiento en un extremo distal del vástago 5 insertado en el tubo exterior 4. El tubo exterior 4 y el vástago 5 se pueden mover relativamente a lo largo del eje L_1 (eje de puntal).

El tubo exterior 4 está provisto de un asiento de muelle inferior 10. En el extremo inferior del tubo exterior 4, se proporciona un soporte 11. Un miembro de articulación 12 está montado en el soporte 11. El eje de rueda está soportado por el miembro de articulación 12. Se proporciona un asiento de muelle superior 15 cerca del extremo superior del vástago 5. Se proporciona un aislador de montaje 17 entre el asiento de muelle superior 15 y un miembro de cuerpo 16. Cuando se realiza una operación de direccionamiento, el puntal 2 es pivotado alrededor del eje de pivote de dirección L_2 por medio de la entrada de la fuerza de control de direccionamiento al miembro de articulación 12. El muelle helicoidal 3 se proporciona en un estado en el que el muelle helicoidal 3 está comprimido entre el asiento de muelle inferior 10 y el asiento de muelle superior 15.

A continuación, se describirá con referencia a las Figuras 2 a 8 un aparato de modelado de muelles helicoidales 20 de acuerdo con una realización. La Figura 2 es una vista en perspectiva del aparato de modelado de muelles helicoidales 20. La Figura 3 es una vista lateral del aparato de modelado de muelles helicoidales 20. La Figura 4 es una vista inferior del aparato de modelado de muelles helicoidales 20. La Figura 5 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea F5-F5 de la Figura 4.

Un puntal 2A (Figura 5) que se usa en el aparato de modelado de muelles helicoidales 20 comprende un tubo exterior 4A como un primer elemento de puntal, un vástago 5A como un segundo elemento de puntal, un asiento de muelle inferior 10A, un soporte 11A, y un asiento de muelle superior 15A. El asiento de muelle inferior 10A está fijado al tubo exterior 4A. El asiento de muelle superior 15A está dispuesto cerca del extremo superior del vástago 5A por encima del asiento de muelle inferior 10A. El vástago 5A se puede mover a lo largo del eje L_1 (eje de puntal) con respecto al tubo exterior 4A.

El aparato de modelado de muelles helicoidales 20 comprende un primer miembro de fijación 21, un segundo miembro de fijación 22, un primer adaptador de asiento 27, un segundo adaptador de asiento 28, una unidad de accionamiento 30 que comprende un mecanismo paralelo de tipo plataforma Stewart, un dispositivo de suministro de presión hidráulica 37, una primera célula de carga interna 41, una segunda célula de carga interna 42, un miembro base 45, un mecanismo de soporte de rotación 50, un controlador 70, etc.

El primer miembro de fijación 21 está asegurado al asiento de muelle inferior 10A. El primer miembro de fijación 21 comprende una primera porción de disco 21a dispuesta sobre el asiento de muelle inferior 10A, una primera porción de extensión 21b que tiene una forma cilíndrica que se extiende hacia abajo desde la primera porción de disco 21a, y una primera porción de brida 21c que se proyecta hacia afuera desde el extremo inferior de la primera porción de extensión 21b. Es decir, el primer miembro de fijación 21 tiene sustancialmente forma de sombrero. Una porción de conexión de junta inferior 25 está provista circunferencialmente en cada uno de los seis lugares en la primera porción de brida 21c.

El segundo miembro de fijación 22 está asegurado al asiento de muelle superior 15A. El segundo miembro de fijación 22 comprende una segunda porción de disco 22a dispuesta debajo del asiento de muelle superior 15A, una segunda porción de extensión 22b que tiene una forma cilíndrica que se extiende hacia arriba desde la segunda porción de disco 22a, y una segunda porción de brida 22c que se proyecta hacia afuera desde el extremo superior de la segunda porción de extensión 22b. Es decir, el segundo miembro de fijación 22 tiene una forma de sombrero invertido. Una porción de conexión de junta superior 26 se proporciona circunferencialmente en cada uno de los seis lugares en la segunda porción de brida 22c.

El primer adaptador de asiento 27 está dispuesto en el asiento de muelle inferior 10A. El primer adaptador de asiento 27 está formado por una aleación ligera cuyo peso específico es menor que el del hierro, como una aleación de aluminio, y tiene una superficie superior plana 27a. Una superficie inferior 27b del primer adaptador de asiento 27 tiene una forma que encaja en el asiento de muelle inferior 10A.

El segundo adaptador de asiento 28 está dispuesto debajo del asiento de muelle superior 15A. El segundo adaptador de asiento 28 también está formado por una aleación ligera, como una aleación de aluminio, y tiene una superficie inferior plana 28a. Una superficie superior 28b del segundo adaptador de asiento 28 tiene una forma que entra en contacto con el asiento de muelle superior 15A. La superficie inferior 28a del segundo adaptador de asiento 28 es paralela a la superficie inferior 27b del primer adaptador de asiento 27.

La porción de brida 21c del primer miembro de fijación 21 está colocada debajo del asiento de muelle inferior 10A. La porción de brida 22c del segundo miembro de fijación 22 está colocada encima del asiento de muelle superior 15A. La unidad de accionamiento 30 que se extiende y se retrae por la presión de fluido está dispuesta

entre estas porciones de brida 21c y 22c. Un ejemplo de la unidad de accionamiento 30 comprende un mecanismo paralelo de tipo plataforma Stewart.

La Figura 6 es un diagrama de bloques que muestra la estructura del aparato de modelado de muelles helicoidales 20. La Figura 7 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente una parte del aparato de modelado de muelles helicoidales 20. La unidad de accionamiento 30 que comprende el mecanismo paralelo de tipo plataforma Stewart incluye seis cilindros hidráulicos 31₁ a 31₆. Estos cilindros hidráulicos 31₁ a 31₆ están dispuestos de modo que sus las inclinaciones se cambian alternativamente, es decir, los ángulos de los cilindros hidráulicos adyacentes con respecto a la línea vertical H (Figura 6) son respectivamente + θ y - θ a su vez.

Dado que las estructuras de los seis cilindros hidráulicos 31₁ a 31₆ son comunes entre sí, el primer cilindro hidráulico 31₁ se describirá como un ejemplo típico de los cilindros hidráulicos. El cilindro hidráulico 31₁ comprende un vástago de pistón 32 accionado por presión de fluido (por ejemplo, presión de aceite), una primera cámara hidráulica 33 que mueve el vástago de pistón 32 en una primera dirección (el lado de extensión), y una segunda cámara hidráulica 34 que mueve el vástago de pistón 32 en una segunda dirección (el lado de retracción). La primera cámara hidráulica 33 y la segunda cámara hidráulica 34 están conectadas al dispositivo de suministro de presión hidráulica 37 a través de mangueras 35 y 36, respectivamente.

El cilindro hidráulico 31₁ se puede mover hacia el lado de extensión o hacia el lado de retracción suministrando la presión de fluido producida por el dispositivo de suministro de presión hidráulica 37 a la primera cámara hidráulica 33 o la segunda cámara hidráulica 34. El extremo inferior del cilindro hidráulico 31₁ está conectado de manera oscilante a la porción de conexión de junta 25 del primer miembro de fijación 21 mediante una junta universal 38 tipificada por una junta de rótula. El extremo superior del cilindro hidráulico 31₁ está conectado de manera oscilante a la porción de conexión de junta 26 del segundo miembro de fijación 22 mediante una junta universal 39 tipificada por una junta de rótula.

En los cilindros hidráulicos 31₁ a 31₆, se proporcionan medidores de desplazamiento lineal 40₁ a 40₆, respectivamente. Un mecanismo de detección de altura de muelle 40A está constituido por estos medidores de desplazamiento 40₁ a 40₆. Dado que las estructuras de los medidores de desplazamiento 40₁ a 40₆ son comunes entre sí, el primer medidor de desplazamiento 40₁ provisto en el primer cilindro hidráulico 31₁ se describirá como un típico ejemplo de los medidores de desplazamiento.

Un ejemplo del medidor de desplazamiento 40₁ es un transformador diferencial de variación lineal (LVDT) que comprende un émbolo 54. El medidor de desplazamiento 40₁ detecta un desplazamiento lineal con respecto a una longitud de referencia del cilindro hidráulico 31₁ (una posición de referencia del vástago de pistón 32). Como otros ejemplos del medidor de desplazamiento 40₁, se pueden adoptar medidores de desplazamiento lineal tales como un codificador lineal óptico y una báscula lineal magnética. Alternativamente, se puede adoptar un medidor de desplazamiento lineal basado en otros principios de detección.

El medidor de desplazamiento 40₁ está montado en el cilindro hidráulico 31₁ mediante una placa de montaje 55. El émbolo 54 del medidor de desplazamiento 40₁ está conectado a un extremo distal del vástago de pistón 32 del cilindro hidráulico 31₁ por medio de un miembro de acoplamiento 56. Se inserta un vástago guía 57 en la placa de montaje 55. El vástago guía 57 está conectado al émbolo 54 por medio del miembro de acoplamiento 56. El vástago de pistón 32, el émbolo 54 y el vástago guía 57 se mueven a lo largo del eje del cilindro hidráulico 31₁ en un estado en el que se mantienen paralelos entre sí. El vástago guía 57 guía el movimiento lineal del vástago de pistón 32 y el émbolo 54. Obsérvese que, dado que las estructuras de los otros medidores de desplazamiento 40₂ a 40₆ tienen similitudes con el primer medidor de desplazamiento 40₁, se asignan números de referencia comunes a las partes comunes en las Figuras 2 a 5.

La primera célula de carga interna 41 está dispuesta entre la porción de disco 21a del primer miembro de fijación 21 y el primer adaptador de asiento 27. La primera célula de carga interna 41 está alojada dentro del primer miembro de fijación 21, y está dispuesta sobre el asiento de muelle inferior 10A. La primera célula de carga interna 41 comprende un orificio pasante 41a en el que se inserta el tubo exterior 4A, una superficie superior plana 41b que hace contacto con una superficie inferior de la primera porción de disco 21a y una superficie inferior plana 41c que hace contacto con la superficie superior 27a del primer adaptador de asiento 27, y tiene forma anular en su conjunto. La primera célula de carga interna 41 está asegurada al primer adaptador de asiento 27 de modo que la superficie superior 41b y la superficie inferior 41c de la primera célula de carga interna 41 son perpendiculares al eje L₁.

La primera célula de carga interna 41 está dispuesta coaxialmente con el mecanismo de soporte de rotación 50, es decir, el centro de la célula de carga interna 41 se ajusta al eje L₁. La primera célula de carga interna 41 detecta la fuerza axial que actúa sobre la superficie superior 27a del primer adaptador de asiento 27 y un momento alrededor del eje. La primera célula de carga interna 41 puede rotar alrededor del eje L₁ junto con el tubo exterior 4A, el asiento de muelle inferior 10A, el primer adaptador de asiento 27 y el primer miembro de fijación 21.

La segunda célula de carga interna 42 está dispuesta entre la porción de disco 22a del segundo miembro de fijación 22 y el segundo adaptador de asiento 28. La segunda célula de carga interna 42 está alojada dentro del segundo miembro de fijación 22 y está dispuesta debajo del asiento de muelle superior 15A. La segunda célula de carga interna 42 comprende un orificio pasante 42a en el que se inserta el vástago 5A, una superficie inferior plana 42b que hace contacto con una superficie superior de la segunda porción de disco 22a y una superficie superior plana 42c que hace contacto con la superficie inferior 28a del segundo adaptador de asiento 28, y tiene forma anular en su conjunto. La segunda célula de carga interna 42 está asegurada al segundo adaptador de asiento 28 de modo que la superficie inferior 42b y la superficie superior 42c de la segunda célula de carga interna 42 son perpendiculares al eje L_1 .

Al igual que la primera célula de carga interna 41, la segunda célula de carga interna 42 está dispuesta coaxialmente con el mecanismo de soporte de rotación 50, es decir, el centro de la célula de carga interna 42 se ajusta al eje L_1 . La segunda célula de carga interna 42 detecta la fuerza axial que actúa sobre la superficie inferior 28a del segundo adaptador de asiento 28 y un momento alrededor del eje. La segunda célula de carga interna 42 puede rotar alrededor del eje L_1 junto con el asiento de muelle superior 15A, el segundo miembro de fijación 22 y el segundo adaptador de asiento 28.

El mecanismo de soporte de rotación 50 está dispuesto entre el asiento de muelle superior 15A y el miembro base 45. El mecanismo de soporte de rotación 50 soporta rotatoriamente la unidad de accionamiento 30 alrededor del eje L_1 con respecto al miembro base 45. Un ejemplo del mecanismo de soporte de rotación 50 es un cojinete de bolas, y el mecanismo de soporte de rotación 50 comprende un miembro anular inferior 51, un miembro anular superior 52 y una pluralidad de miembros de rodadura 53 alojados entre estos miembros anulares 51 y 52. El miembro anular inferior 51 está dispuesto sobre una superficie superior del asiento de muelle superior 15A. El miembro anular superior 52 está dispuesto en una superficie inferior del miembro base 45.

A continuación, se describirá la operación del aparato de modelado de muelles helicoidales 20.

La unidad de accionamiento 30 que comprende el mecanismo paralelo de tipo plataforma Stewart forma un campo de fuerza arbitrario de seis grados de libertad mediante la combinación de fuerzas axiales P_1 a P_6 mostradas en la Figura 7. Es decir, de los vectores de fuerza producidos por seis cilindros hidráulicos 31_1 a 31_6 , una resultante de componentes a lo largo del eje L_1 constituye una fuerza reactiva correspondiente a la de un muelle helicoidal. Por ejemplo, si un valor obtenido combinando las seis fuerzas axiales P_1 a P_6 es positivo, se produce una fuerza ascendente P_z a lo largo del eje L_1 .

Cuando la unidad de accionamiento 30 se comprime entre el asiento de muelle inferior 10A y el asiento de muelle superior 15A, de vectores de fuerza producidos por los seis cilindros hidráulicos 31_1 a 31_6 , se aplica una fuerza axial al asiento de muelle inferior 10A. En este caso, tres fuerzas axiales ortogonales (P_x , P_y , P_z) con respecto al sistema de coordenadas de la Figura 7 y se producen tres momentos (M_x , M_y , M_z). Una fuerza de seis componentes (P_x , P_y , P_z , M_x , M_y , M_z) aplicada al asiento de muelle inferior 10A es detectada por la primera célula de carga interna 41 y es enviada al controlador 70 (Figura 6). Además, una fuerza de seis componentes aplicada al asiento de muelle superior 15A es detectada por la segunda célula de carga interna 42 y es enviada al controlador 70. En función de estas fuerzas de seis componentes, se calcula la posición central de la fuerza reactiva (eje de carga) L_3 .

Además, un total de momentos sobre los que las seis fuerzas axiales P_1 a P_6 tienen un efecto alrededor del eje L_1 constituye el momento M_z alrededor del eje L_1 . Por ejemplo, en la Figura 7, si el total de fuerzas producidas por tres cilindros hidráulicos 31_1 , 31_3 y 31_5 (es decir, las fuerzas axiales que producen el momento positivo M_z) es mayor que el total de fuerzas de los otros tres cilindros hidráulicos 31_2 , 31_4 y 31_6 (es decir, las fuerzas axiales que producen el momento negativo M_z), el momento M_z que tiene un valor positivo se produce en un extremo superior de la unidad de accionamiento 30 (el asiento de muelle superior 15A). Es decir, las componentes alrededor de los ejes de los vectores de fuerzas producidos por los seis cilindros hidráulicos 31_1 a 31_6 corresponden al momento (M_z) alrededor del eje L_1 . También en el eje L_2 del pivote de dirección, se produce un momento (un momento de pivote de dirección) con respecto al eje L_2 del pivote de dirección por el efecto de la fuerza de seis componentes. Por consiguiente, es posible medir el momento alrededor del eje L_2 del pivote de dirección mientras cambia la fuerza de seis componentes por la unidad de accionamiento 30.

Los medidores de desplazamiento 40_1 a 40_6 detectan cantidades de desplazamiento relativas a longitudes de referencia de los cilindros hidráulicos 31_1 a 31_6 , respectivamente. Además, el dispositivo de suministro de presión hidráulica 37 suministra presión de fluido correspondiente a las cantidades de desplazamiento detectadas por los medidores de desplazamiento 40_1 a 40_6 a los cilindros hidráulicos 31_1 a 31_6 , respectivamente. Dado que las funciones de los medidores de desplazamiento 40_1 a 40_6 son comunes entre sí, el primer medidor de desplazamiento 40_1 previsto en el primer cilindro hidráulico 31_1 se describirá como un ejemplo típico de los medidores de desplazamiento.

Una salida del medidor de desplazamiento 40_1 se introduce en el controlador 70. El controlador 70 calcula un desplazamiento vertical relativo a la altura de referencia del cilindro hidráulico 31_1 en función de la cantidad de desplazamiento del cilindro hidráulico 31_1 detectado por el medidor de desplazamiento 40_1 . A la carga vertical inicial se le suma una carga vertical obtenida al multiplicar el desplazamiento vertical por un coeficiente de elasticidad. Al controlar la presión de fluido del cilindro hidráulico 31_1 con este valor adicional, se lleva a cabo el control de carga (control de la fuerza reactiva) que tiene la característica de coeficiente de elasticidad como en el caso del muelle helicoidal real.

Por ejemplo, si el coeficiente de elasticidad es invariable (es decir, si el muelle tiene características lineales), cuando se detecta la cantidad de desplazamiento S_1 , se suministra presión de fluido A_1 al cilindro hidráulico 31_1 , como se muestra en la línea A en la Figura 8. Cuando se detecta la cantidad de desplazamiento S_2 a medida que aumenta la carga, se suministra presión de fluido A_2 ($A_2 > A_1$) al cilindro hidráulico 31_1 . Cuando se detecta la cantidad de desplazamiento S_3 a medida que aumenta la carga, la presión de fluido A_3 ($A_3 > A_2$) se suministra al cilindro hidráulico 31_1 .

Si el coeficiente de elasticidad es variable y cambia progresivamente con la rodilla (es decir, si el muelle tiene características no lineales), cuando se detecta la cantidad de desplazamiento S_1 , se suministra presión de fluido B_1 al cilindro hidráulico 31_1 , como se muestra en la línea B en la Figura 8. Cuando se detecta la cantidad de desplazamiento S_2 a medida que aumenta la carga, se suministra presión de fluido B_2 ($B_2 > B_1$) al cilindro hidráulico 31_1 . Cuando se detecta la cantidad de desplazamiento S_3 a medida que aumenta aún más la carga, la presión de fluido B_3 ($B_3 > B_2$) se suministra al cilindro hidráulico 31_1 .

Si el coeficiente de elasticidad es variable y cambia progresivamente (es decir, si el muelle tiene características no lineales), cuando se detecta la cantidad de desplazamiento S_1 , se suministra presión de fluido C_1 al cilindro hidráulico 31_1 , como se muestra en la línea C en la Figura 8. Cuando se detecta la cantidad de desplazamiento S_2 a medida que aumenta la carga, se suministra presión de fluido C_2 ($C_2 > C_1$) al cilindro hidráulico 31_1 . Cuando se detecta la cantidad de desplazamiento S_3 a medida que aumenta la carga, la presión de fluido C_3 ($C_3 > C_2$) se suministra al cilindro hidráulico 31_1 .

Como se puede apreciar, el aparato de modelado de muelles helicoidales 20 de la presente realización realiza el control de carga (control de la fuerza reactiva) que tiene la característica de coeficiente de elasticidad como en el caso del muelle helicoidal real, en función de las cantidades de desplazamiento del cilindro hidráulico 31_1 a 31_6 detectadas por los medidores de desplazamiento 40_1 a 40_6 , respectivamente. Como otra realización del mecanismo de detección de altura de muelle, se puede disponer un medidor de desplazamiento lineal 40B mostrado por una línea de trazos de dos puntos en la Figura 5 entre los miembros de fijación 21 y 22, y un desplazamiento vertical puede ser detectado directamente por este medidor de desplazamiento lineal 40B.

Se puede realizar una prueba de rendimiento del puntal 2A (por ejemplo, la medición de la resistencia al deslizamiento del puntal 2A y el momento de pivote de dirección) usando el aparato de modelado de muelles helicoidales 20 de la presente realización. Las Figuras 5 y 6 muestran el número de referencia 80, que representa una parte de una máquina de prueba de carga. Se aplica una carga predeterminada al aparato de modelado de muelles helicoidales 20 mediante la máquina de prueba de carga. Dado que la distancia entre el asiento de muelle inferior 10A y el asiento de muelle superior 15A se reduce por la carga, se produce una reacción vertical. Mientras se produce esta reacción vertical, el miembro base 45 se mueve verticalmente con, por ejemplo, carreras verticales de ciertos mm y una forma de onda rectangular de 0,5 Hz, y la carga se mide mediante una célula de carga externa 81. La fuerza de fricción producida en el puntal 2A puede ser evaluada como la mitad del valor de histéresis de la carga medida.

Cuando se produce un momento (M_z) alrededor del eje L_1 entre el asiento de muelle inferior 10A y el asiento de muelle superior 15A mediante el control de la presión de fluido suministrado a cada uno de los cilindros hidráulicos 31_1 a 31_6 , se produce un momento de pivote de dirección (KPM). de acuerdo con una relación posicional geométrica entre el eje L_1 y el eje de pivote de dirección L_2 . La unidad de accionamiento 30 está soportada por el mecanismo de soporte de rotación 50. La fricción del mecanismo de soporte de rotación 50 afecta la magnitud del momento de pivote de dirección (KPM). En un estado en el que se produce una reacción vertical predeterminada entre el asiento de muelle inferior 10A y el asiento de muelle superior 15A, se detecta un momento de pivote de dirección (KPM) que se ha producido.

Aplicabilidad Industrial

El aparato de modelado de muelles helicoidales de acuerdo con la realización de la presente invención se puede aplicar a otros tipos de sistemas de suspensión que tienen un puntal, es decir, sistemas de suspensión distintos de la suspensión de tipo puntal McPherson. La unidad de accionamiento no se limita a un mecanismo paralelo de tipo plataforma Stewart, y se puede adoptar cualquier unidad de accionamiento que comprenda un cilindro hidráulico o neumático que se extiende y retrae por la presión de un fluido (líquido o gas). Como otros ejemplos de la unidad de accionamiento, se puede adoptar un actuador lineal que incluya un husillo de bolas y un

servomotor, o un actuador lineal de tipo transformador diferencial. Además, no hace falta decir que la estructura, forma y disposición o similar de cada uno de los elementos que constituyen el aparato de modelado de muelles helicoidales, tales como el primer y el segundo elementos de fijación, el medidor de desplazamiento que constituye el mecanismo de detección de altura de muelle y el dispositivo de suministro de presión hidráulica se pueden modificar de diversas formas al implementar la presente invención.

Lista de signos de referencia

2A...puntal (amortiguador), 10A...asiento de muelle inferior, 15A...asiento de muelle superior, 20...aparato de modelado de muelles helicoidales, 21...primer miembro de fijación, 22...segundo miembro de fijación, 27...primer adaptador de asiento, 28...segundo adaptador de asiento, 30...unidad de accionamiento, 31-31₆...cilindro hidráulico, 37...dispositivo de suministro de presión hidráulica, 40A...mecanismo de detección de altura de muelle, 40₁-40₆...medidor de desplazamiento, 41...primera célula de carga interna, 42...segunda célula de carga interna, 54...émbolo, 57...vástago guía, 70...controlador

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de modelado de muelles helicoidales (20) provisto en un puntal (2A) que comprende un asiento de muelle inferior (10A) y un asiento de muelle superior (15A), comprendiendo el aparato de modelado de muelles helicoidales (20):

un primer miembro de fijación (21) dispuesto en el asiento de muelle inferior (10A);
 un segundo miembro de fijación (22) dispuesto en el asiento de muelle superior (15A);
 una unidad de accionamiento (30) que comprende una pluralidad de cilindros hidráulicos (31₁-31₆) dispuestos con sus inclinaciones cambiadas alternativamente entre el primer miembro de fijación (21) y el segundo miembro de fijación (22), y configurados para extenderse y retraerse, estando extremos inferiores de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆) conectados de manera oscilante a porciones de conexión de junta (25) del primer miembro de fijación (21), y estando extremos superiores de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆) conectados de manera oscilante a porciones de conexión de junta (26) del segundo miembro de fijación (22);
 un mecanismo de detección de altura de muelle (40A) configurado para detectar una cantidad de desplazamiento con respecto a una distancia entre el primer miembro de fijación (21) y el segundo miembro de fijación (22), comprendiendo el mecanismo de detección de altura de muelle (40A) medidores de desplazamiento (40₁-40₆) que están provistos en los cilindros hidráulicos (31₁-31₆) y están configurados para detectar cantidades de desplazamiento relativas a longitudes de referencia de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆), respectivamente; y
 un controlador (70) configurado para controlar la presión de fluido de cada uno de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆) de la unidad de accionamiento (30) de acuerdo con la cantidad de desplazamiento de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆) detectada por cada uno de los medidores de desplazamiento (40₁-40₆) del mecanismo de detección de altura de muelle (40A).

2. El aparato (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de accionamiento (30) comprende un mecanismo paralelo de tipo plataforma Stewart que incluye seis cilindros hidráulicos (31₁-31₆) dispuestos con sus inclinaciones cambiadas alternativamente entre el primer miembro de fijación (21) y el segundo miembro de fijación (22).

3. El aparato (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de los medidores de desplazamiento (40₁-40₆) es un transformador diferencial de variación lineal (LVDT) que comprende un émbolo (54), y el aparato (20) además comprende un vástago guía (57) que está dispuesto paralelo al émbolo (54) y que guía un movimiento lineal del émbolo (54).

4. El aparato (20) de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende una primera célula de carga interna (41) configurada para detectar una fuerza axial aplicada al asiento de muelle inferior (10A) y un momento alrededor del eje, y una segunda célula de carga interna (42) configurada para detectar una fuerza axial aplicada al asiento de muelle superior (15A) y un momento alrededor del eje.

5. Un procedimiento para controlar un aparato de modelado de muelles helicoidales (20) provisto en un puntal (2A) que comprende un asiento de muelle inferior (10A) y un asiento de muelle superior (15A), comprendiendo el aparato de modelado de muelles helicoidales (20):

un primer miembro de fijación (21) dispuesto en el asiento de muelle inferior (10A);
 un segundo miembro de fijación (22) dispuesto en el asiento de muelle superior (15A);
 cilindros hidráulicos (31₁-31₆) dispuestos con sus inclinaciones cambiadas alternativamente entre el primer miembro de fijación (21) y el segundo miembro de fijación (22), estando extremos inferiores de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆) conectados de manera oscilante a porciones de conexión de junta (25) del primer miembro de fijación (21), y estando extremos superiores de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆) conectados de manera oscilante a porciones de conexión de junta (26) del segundo miembro de fijación (22), y
 medidores de desplazamiento (40₁-40₆) que están provistos en los cilindros hidráulicos (31₁-31₆) y que están configurados para detectar cantidades de desplazamiento relativas a longitudes de referencia de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆), respectivamente, comprendiendo el procedimiento:

detectar una cantidad de desplazamiento relativa a cada una de las longitudes de referencia de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆) por cada uno de los medidores de desplazamiento (40₁-40₆); y
 suministrar presión de fluido de acuerdo con la cantidad de desplazamiento a cada uno de los cilindros hidráulicos (31₁-31₆).

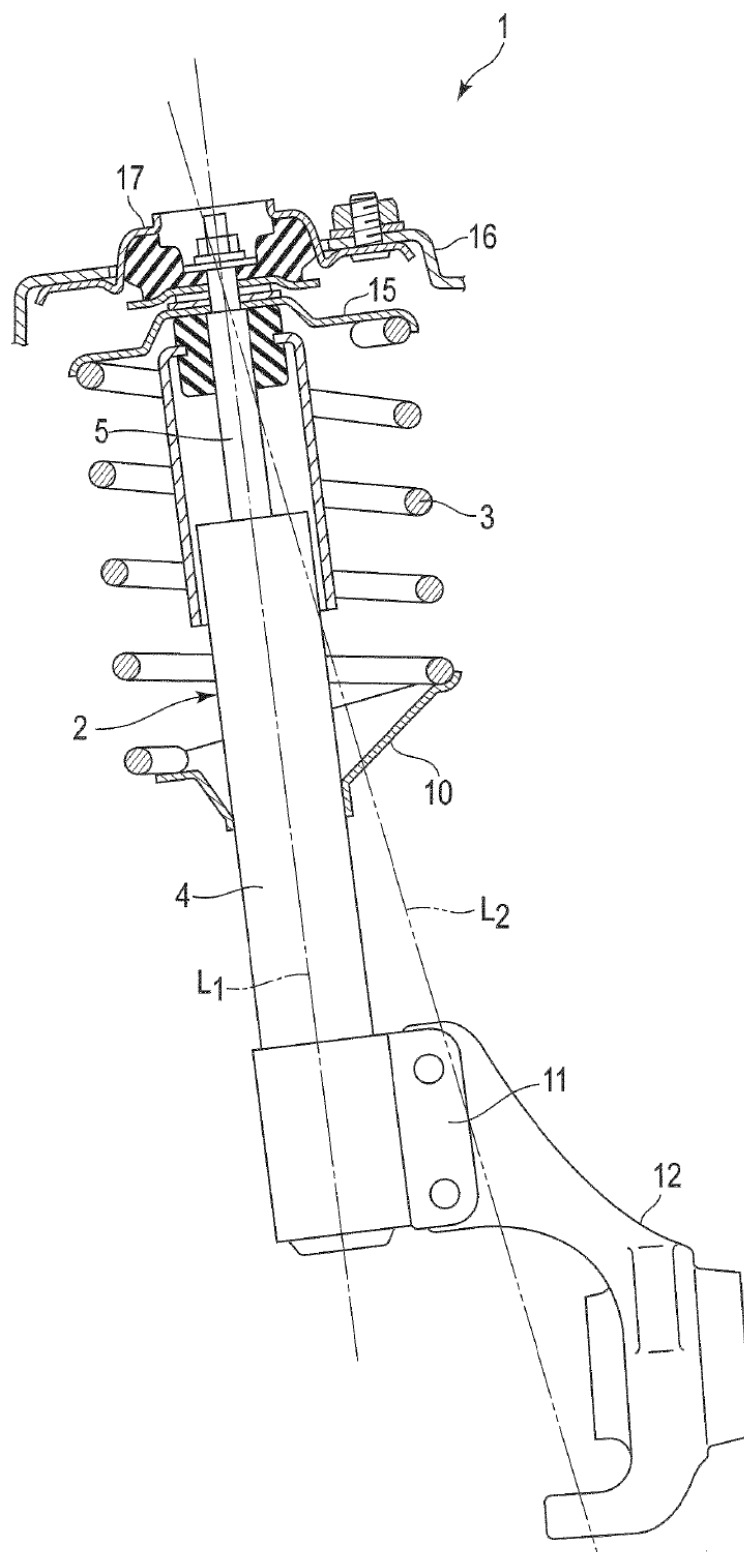


FIG. 1

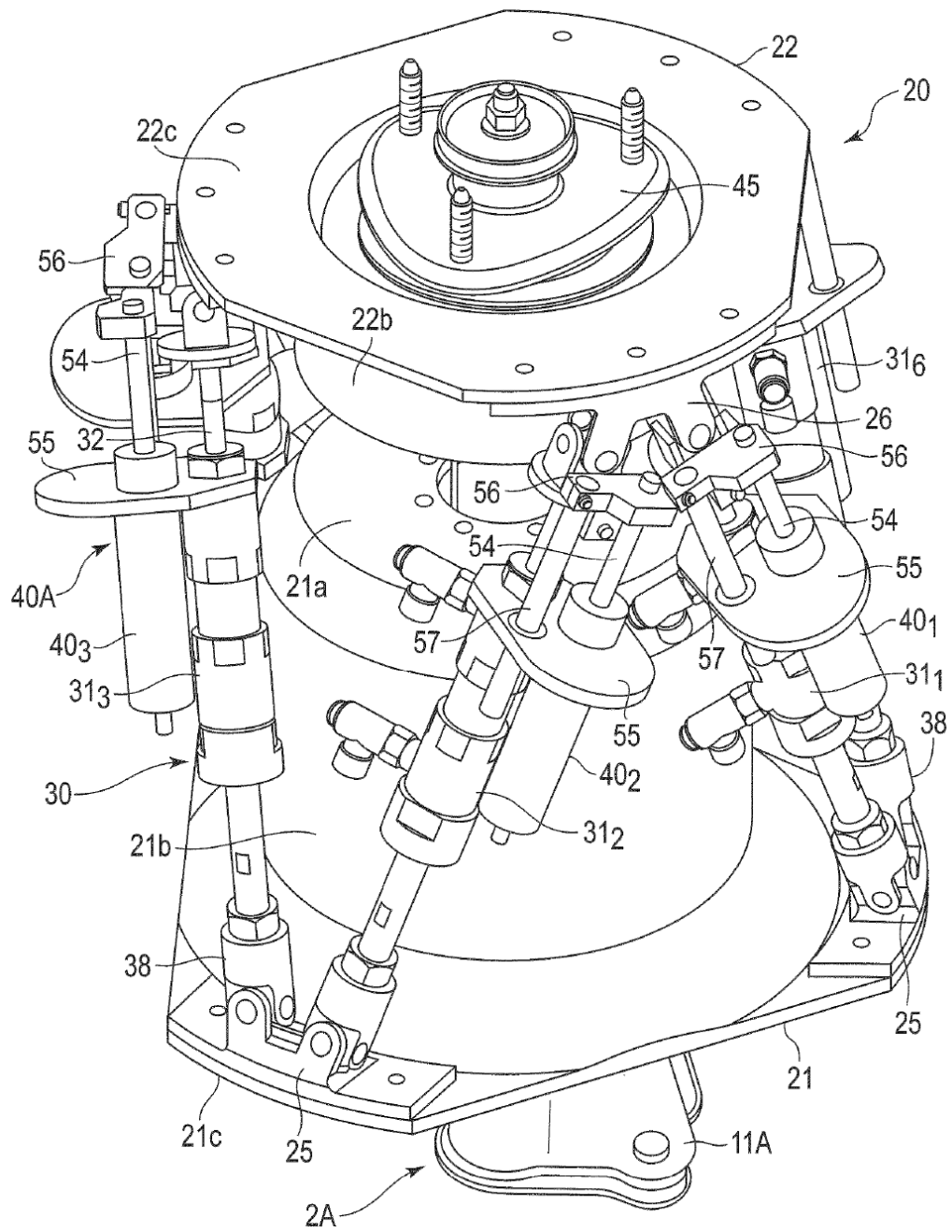


FIG. 2

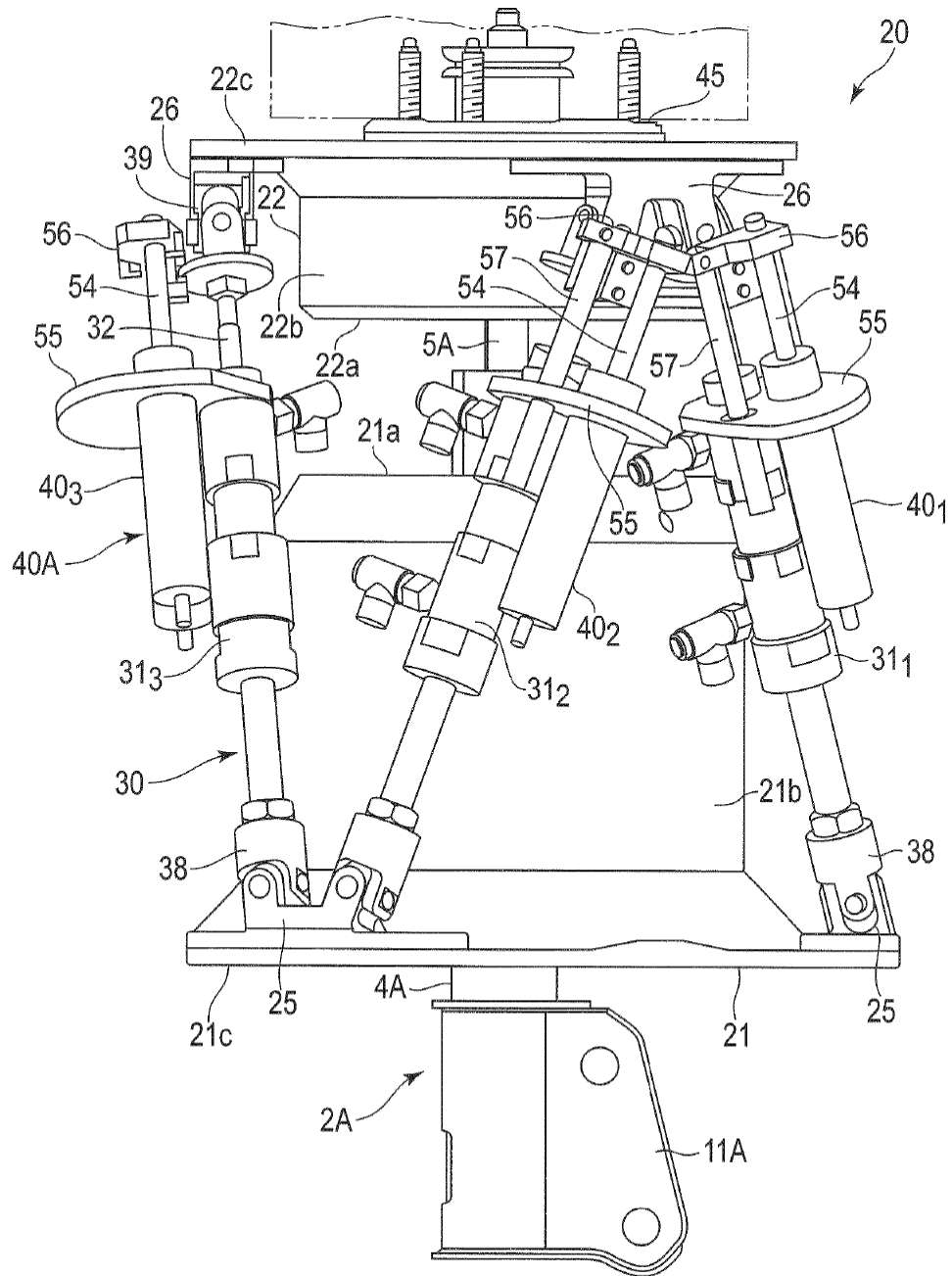


FIG. 3

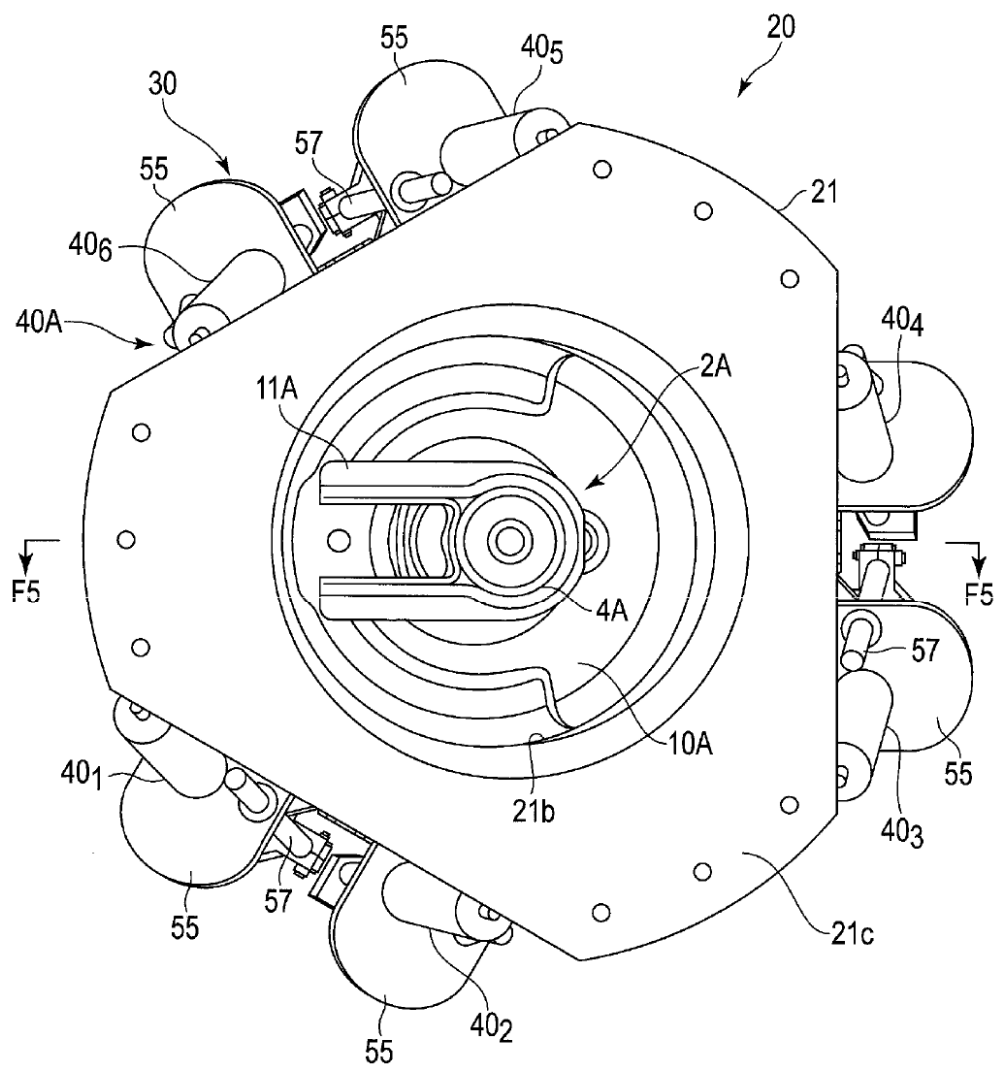


FIG. 4

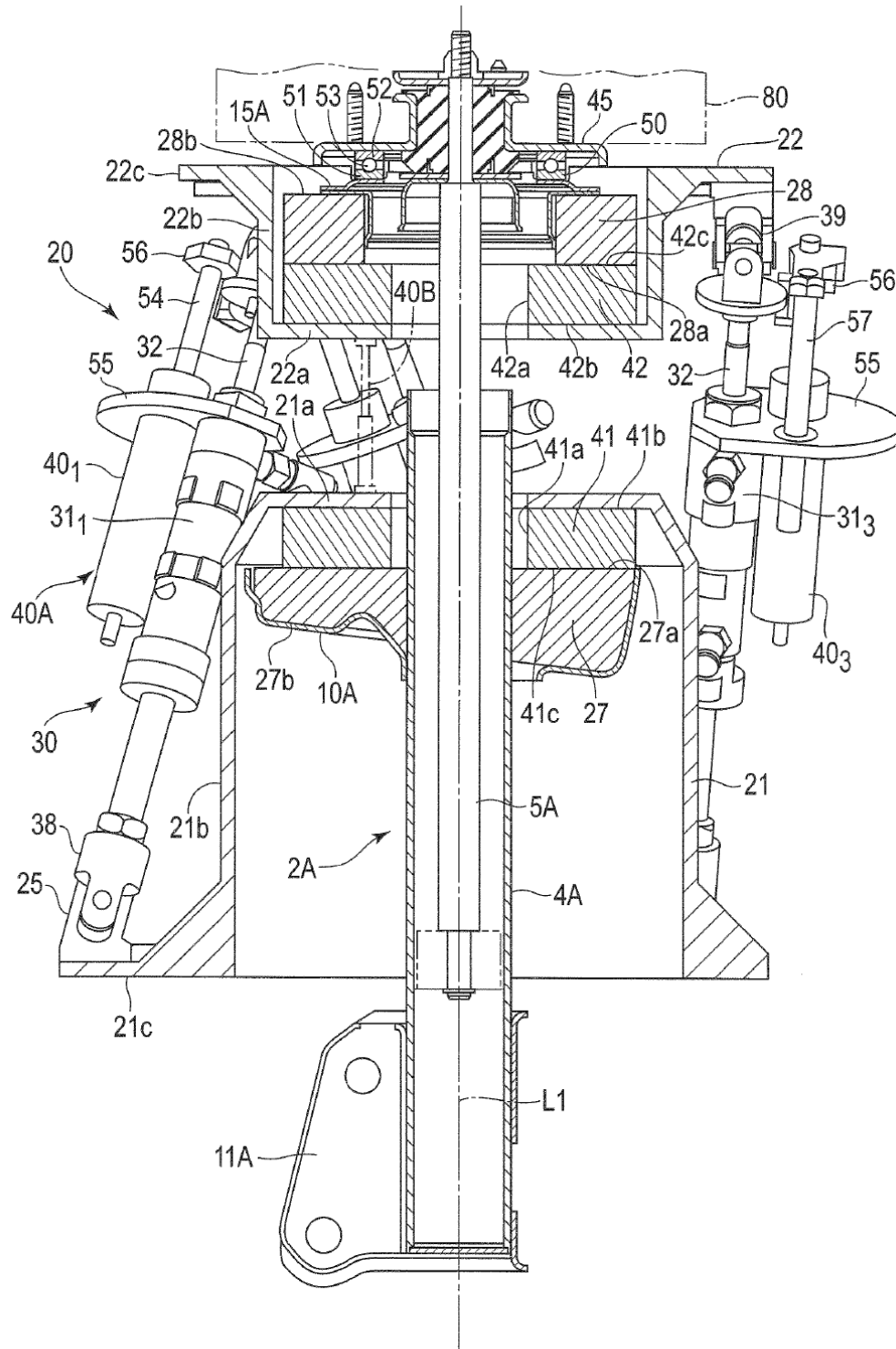


FIG. 5

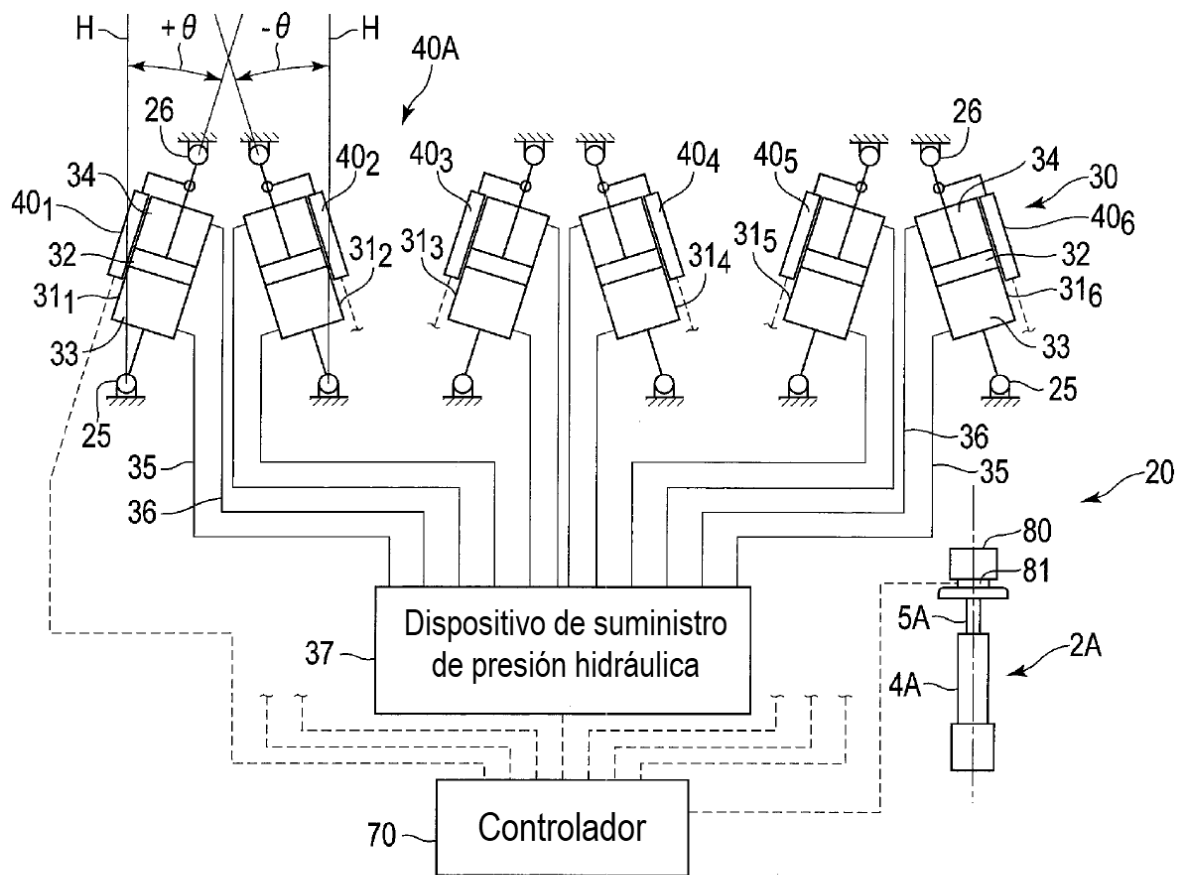


FIG. 6

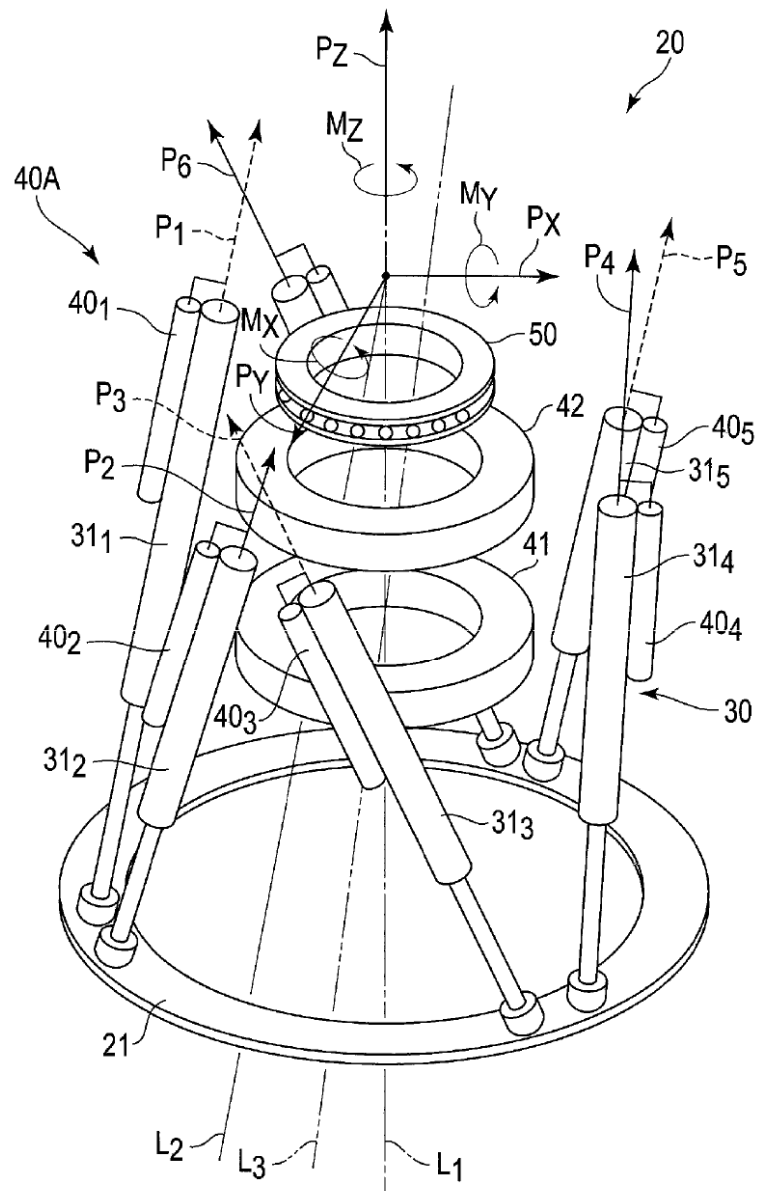


FIG. 7

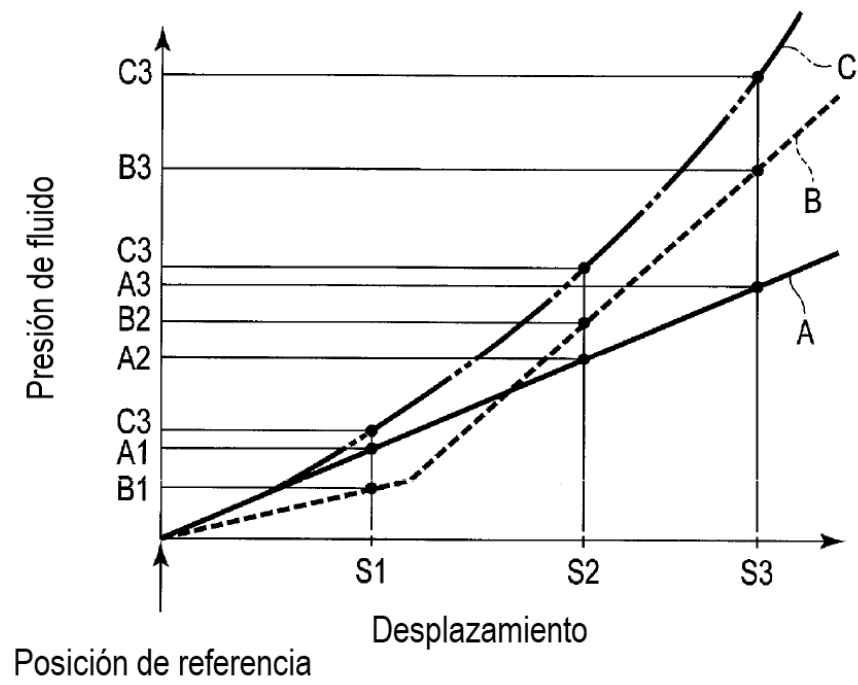


FIG. 8