

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 855 649**

(51) Int. Cl.:

F16F 15/129 (2006.01)
B63B 39/04 (2006.01)
F16F 15/16 (2006.01)
B63B 39/00 (2006.01)
F16F 9/14 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2015 PCT/JP2015/079561**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2017 WO17006498**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2015 E 15897759 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2021 EP 3321537**

(54) Título: **Estabilizador y barco**

(30) Prioridad:

07.07.2015 JP 2015136531

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.09.2021

(73) Titular/es:

**TOHMEI INDUSTRIES CO., LTD. (100.0%)
2-11 Shinkatanaike
Chita-Cty, Aichi 478-0069, JP**

(72) Inventor/es:

**NOHARA TSUYOSHI;
MIURA TAKASHI;
TAKEUCHI HIROSHI y
UMEMURA KATSUYA**

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 855 649 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

Estabilizador y barco

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un estabilizador y, especialmente, a un estabilizador que restringe el movimiento de un barco, así como a un barco en el que está instalado el estabilizador.

10 Antecedentes de la técnica

Se conoce un estabilizador que restringe el movimiento de un barco.

Al igual que las técnicas relacionadas, el documento JP H10-246636 A divulga un estabilizador para lograr un efecto óptimo de amortiguación de movimiento. En el estabilizador descrito en el documento JP H10-246636 A, se utiliza un resorte o un freno como mecanismo para amortiguar el movimiento giratorio de un cardán. Además, en el estabilizador descrito en el documento JP H10-246636 A, existe una distancia predeterminada (desviación) entre el centro de gravedad de todo el cardán y el eje de rotación del cardán. Al controlar la distancia (desviación), se lleva a cabo el control de un parámetro equivalente a una constante de resorte.

Además, un aparato de reducción de movimiento se describe en el documento JP H07-127685 A. En el aparato de reducción de movimiento descrito en el documento JP H07-127685 A, una velocidad angular del cardán es detectada por un sensor de velocidad angular. Una unidad de control controla una corriente eléctrica de excitación suministrada a un freno electromagnético de acuerdo con la velocidad angular del cardán. Mediante el control de la corriente eléctrica de excitación, se controla la velocidad angular del cardán.

Además, un estabilizador se describe en el documento JP 2003-054491A. En el estabilizador descrito en el documento JP 2003-054491A, se utiliza un amortiguador del tipo de aceite como mecanismo para amortiguar el movimiento giratorio del cardán.

El documento EP 1 283 160 A1 divulga un dispositivo de supresión de oscilaciones que incluye las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un estabilizador que tiene un amortiguador de tipo pasivo que puede amortiguar un movimiento incluso cuando la velocidad angular del movimiento de oscilación de un objetivo de reducción de movimiento es pequeña.

Este objetivo de la presente invención y otros objetivos se pueden confirmar fácilmente en la siguiente descripción y los dibujos adjuntos.

El estabilizador de acuerdo con la invención incluye las características de la reivindicación 1 que comprende, entre otras cosas, una base fijada en un objetivo de reducción de movimiento; un cardán soportado por la base para poder girar alrededor de un primer eje; un mecanismo de amortiguación dispuesto para amortiguar un movimiento giratorio relativo del cardán a la base; un volante que configura una parte del cardán y está dispuesto para poder girar alrededor de un segundo eje ortogonal al primer eje; y un motor configurado para hacer girar el volante. El mecanismo de amortiguación es un mecanismo de amortiguación de tipo pasivo. Un primer valor de un coeficiente de amortiguación del mecanismo de amortiguación cuando una velocidad angular del cardán es una primera velocidad angular es mayor que un segundo valor del coeficiente de amortiguación del mecanismo de amortiguación cuando la velocidad angular del cardán es una segunda velocidad angular menor que la primera velocidad angular.

Mediante la presente invención, se puede proporcionar el estabilizador que incluye el amortiguador de tipo pasivo que puede amortiguar adecuadamente el movimiento incluso cuando la velocidad angular del movimiento de oscilación del objetivo de reducción del movimiento es pequeña.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos se incorporan en esta memoria descriptiva para ayudar a la descripción de las realizaciones. Cabe destacar que los dibujos no deben interpretarse para limitar la presente invención a ejemplos ilustrados y las realizaciones descritas.

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente un barco en algunas realizaciones.

La figura 2 es una vista frontal que muestra esquemáticamente un estabilizador en algunas realizaciones.

La figura 3 es una vista en sección que muestra esquemáticamente el estabilizador en algunas realizaciones.

La figura 4 es un gráfico de una función que muestra una relación entre la velocidad angular de un cardán y el

par de salida del amortiguador en un amortiguador lineal de un ejemplo comparativo.

La figura 5 es un gráfico de una función que muestra una relación entre la velocidad angular del cardán y el par de salida del amortiguador en un amortiguador no lineal en algunas realizaciones.

La figura 6 es una vista en sección del estabilizador de la figura 3 a lo largo de una línea K-K.

5 La figura 7A es una vista en sección longitudinal de una sección de orificio en un ejemplo comparativo.

La figura 7B es una vista en sección longitudinal de la sección del orificio en algunas realizaciones.

La figura 7C es una vista en sección longitudinal de la sección del orificio en algunas realizaciones.

La figura 7D es un gráfico que muestra esquemáticamente el efecto de reducción de movimiento por medio del estabilizador en el que está instalado el amortiguador no lineal en algunas realizaciones, y el efecto de reducción de movimiento por medio de un estabilizador en el que está instalado un amortiguador lineal en el ejemplo de comparación.

10 La figura 8 es un gráfico de una función que muestra una relación entre la velocidad angular de un cardán y el par de salida del amortiguador en el amortiguador no lineal en algunas realizaciones.

15 Descripción de las realizaciones

En la siguiente descripción detallada, se divultan muchas cuestiones específicas detalladas con fines de explicación, para proporcionar una comprensión completa de las realizaciones. Sin embargo, resultaría evidente que una o más realizaciones son ejecutables sin estas cuestiones específicas detalladas. En lo sucesivo en el presente documento,

20 algunas realizaciones del estabilizador se describirán con referencia a los dibujos adjuntos. En la siguiente descripción, se describirá una realización en la que el objetivo de reducción de movimiento es un barco. Sin embargo, el objetivo de reducción de movimiento puede ser una góndola soportada de forma móvil por un material de soporte.

25 (Definición del sistema de coordenadas)

Con referencia a la figura 1, se define el sistema de coordenadas. Un eje de movimiento de un barco (objetivo de reducción de movimiento) se define como un "eje X". En una realización mostrada en la figura 1, la X es un eje de balanceo, es decir, un eje paralelo a la dirección longitudinal del barco. Un eje de rotación de un cardán de un

30 estabilizador 10 se define como "eje Y". El eje Y es ortogonal al eje X. En la realización mostrada en la figura 1, el eje Y es un eje paralelo a la dirección de una viga. Un eje ortogonal al eje X y al eje Y se define como "eje Z".

(Definición de términos)

35 En esta memoria descriptiva, un "tipo activo" significa un tipo en el que un objetivo de control se controla mediante el uso de un sensor de medición de cantidad de estado, tal como un sensor de velocidad angular y una unidad de procesamiento. Por ejemplo, en el documento JP H07-127685 A, la corriente de excitación (objetivo de control) se controla mediante un sensor de velocidad angular (sensor de medición de cantidad de estado) y un controlador de freno electromagnético (unidad de procesamiento). Por lo tanto, es posible decir que un "freno electromagnético" en 40 el documento JP H07-127685 A es un "freno de electromagnetismo del tipo activo". Por otro lado, en esta memoria descriptiva, un "tipo pasivo" significa un tipo excepto el tipo activo. En el "tipo pasivo", al menos uno del "sensor de medición de cantidad de estado" y la "unidad de procesamiento" es innecesario (normalmente, ambos son innecesarios). Un "mecanismo de amortiguación de tipo pasivo" incluye, por ejemplo, un mecanismo de amortiguación de un tipo que no tiene configuración en el que una característica de amortiguación se controla en 45 respuesta a una señal de control de la unidad de procesamiento (dispositivo de control), y un mecanismo de amortiguación de un tipo en el que el control de una característica de amortiguación se realiza mecánicamente automáticamente sin utilizar la unidad de procesamiento.

50 En esta memoria descriptiva, una "rotación" incluye un "movimiento" tal como un movimiento de oscilación alrededor de un eje predeterminado.

A continuación, con referencia a la figura 1 y a la figura 8, se describirá el estabilizador en algunas realizaciones.

55 La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente un barco 1. Un estabilizador 10 en las realizaciones está instalado en el barco 1 como un objetivo de reducción de movimiento y está conectado eléctricamente con un dispositivo de suministro de potencia 3. El dispositivo de suministro de potencia 3 suministra potencia eléctrica al estabilizador 10. El estabilizador 10 acciona un motor, etc. entre otros aspectos sucesivos que se describirán más adelante utilizando la potencia eléctrica suministrada desde el dispositivo de suministro de potencia 3.

60 La figura 2 es una vista frontal que muestra esquemáticamente el estabilizador 10. Es decir, la figura 2 es la vista frontal del estabilizador 10 cuando se ve el estabilizador 10 en la dirección desde el lado positivo del eje X en la figura 1 a su lado negativo. El estabilizador 10 tiene una base 20 fijada en la superficie del suelo del barco 1. La base 20 tiene, por ejemplo, un soporte de montaje 22 que tiene un orificio para pernos y demás, un soporte 24, un marco 26 y demás. En una realización mostrada en la figura 2, un miembro de cubierta 28 está instalado en el marco 26 para cubrir el cardán que se describirá más adelante. Además, en la realización mostrada en la figura 2, un

mecanismo de amortiguación 30 está dispuesto de modo que al menos una parte del mecanismo de amortiguación 30 quede expuesta desde el marco 26 y el miembro de cubierta 28. Como alternativa, todo el mecanismo de amortiguación 30 puede estar dispuesto dentro del marco 26 o el miembro de cubierta 28.

5 La figura 3 es una vista en sección esquemática (vista en sección en el plano YZ) del estabilizador 10. Cabe destacar que, aunque el eje X no se ilustra en la figura 3, el eje X pasa por un punto de intersección del primer eje RA y el segundo eje RB que se describirá más adelante. El estabilizador 10 incluye un cardán 40, un volante 50 y un motor 60 además de la base 20 y el mecanismo de amortiguación 30.

10 El cardán 40 está soportado por la base 20 para poder girar. Más específicamente, el cardán 40 está soportado por la base 20 para poder girar relativamente con respecto a la base 20 alrededor del primer eje RA como eje de rotación del cardán. En una realización mostrada en la figura 3, el primer eje RA coincide con el eje Y. La rotación relativa del cardán 40 a la base 20 se realiza disponiendo una pluralidad de primeros cojinetes 42 entre el cardán 40 y la base 20.

15 15 El cardán 40 contiene un volante 50. En otras palabras, el volante 50 configura una parte del cardán 40. El volante 50 está soportado por una estructura de marco 41 que puede girar relativamente alrededor del segundo eje RB ortogonal al primer eje RA a la estructura de marco 41 del cardán 40. La rotación relativa del volante 50 a la estructura del marco 41 se realiza disponiendo una pluralidad de segundos cojinetes 44 entre la estructura del marco 41 del cardán 40 y el volante 50.

20 Un motor 60 da fuerza de rotación alrededor del segundo eje RB al volante 50. El motor eléctrico 60 incluye un estator 62 y un rotor 64. El estator 62 está fijado a la estructura de marco 41 del cardán 40. El estator 62 tiene una sección de núcleo 62A con una bobina, y la potencia eléctrica se suministra a la bobina desde el dispositivo de suministro de potencia 3 mencionado anteriormente. En una realización mostrada en la figura 3, el rotor 64 está fijado en el volante 50. El volante 50 gira relativamente hacia la estructura del marco 41 del cardán 40 en función del suministro de potencia eléctrica al motor 60. Por ejemplo, las rotaciones del volante 50 son rotaciones de velocidad angular constante.

25 30 El mecanismo de amortiguación 30 tiene la función de amortiguar la velocidad angular alrededor del primer eje RA del cardán 40 (es decir, el eje Y) (cabe destacar que la velocidad angular es $d\theta_y/dt$, definiendo el ángulo de rotación del cardán 40 alrededor del eje Y como θ_y). En lo sucesivo, la "velocidad angular (que contiene la velocidad angular del movimiento de oscilación)" se describe simplemente como la "velocidad angular". El mecanismo de amortiguación 30 ofrece resistencia al movimiento giratorio relativo entre la base 20 y el cardán 40. En algunas 35 realizaciones, el coeficiente de amortiguación del mecanismo de amortiguación 30 aumenta de acuerdo con el aumento de la velocidad de rotación relativa entre la base 20 y el cardán (los detalles se describirán más adelante). Cabe destacar que, cuando el coeficiente de amortiguación es grande, la resistencia al movimiento giratorio relativo entre la base 20 y el cardán 40 se vuelve mayor que la resistencia en caso de que el coeficiente de amortiguación sea pequeño.

40 45 40 En una realización mostrada en la figura 3, un miembro de eje 46 del cardán 40 y un miembro móvil del mecanismo de amortiguación 30 (por ejemplo, un miembro de división 39 que se describirá más adelante) están conectados mecánicamente. Además, la base 20 y un miembro de fijación del mecanismo de amortiguación 30 (por ejemplo, una carcasa 32 que se describirá más adelante) están conectados mecánicamente. De este modo, se da una resistencia al movimiento relativo entre el miembro móvil del mecanismo de amortiguación 30 (el miembro de división 39) y el miembro de fijación del mecanismo de amortiguación 30 (la carcasa 32). Los detalles se describirán más adelante.

(Lo reconocido por los inventores)

50 55 50 A continuación, se describirán las cuestiones que han sido reconocidas por los inventores. En primer lugar, se considera la ecuación de movimiento alrededor del eje Y del cardán 40. Suponiendo que el ángulo de movimiento de oscilación (ángulo de rotación) alrededor del eje X del barco 1 se defina como ϕ_x y la velocidad angular alrededor del eje X del barco 1 se defina como $d\phi_x/dt$, y suponiendo que el ángulo de rotación alrededor del eje Y del cardán 40 θ_y y la velocidad angular alrededor del eje Y del cardán 40 se defina como $d\theta_y/dt$, la ecuación de movimiento alrededor del eje Y se muestra mediante la ecuación (1). Cabe destacar que el segundo término en el lado izquierdo de la ecuación (1) indica el par de salida T_d por el mecanismo de amortiguación 30 (el par dado al cardán 40 desde el mecanismo de amortiguación 30).

$$I_g \times \frac{d^2\theta_y}{dt^2} + D \times \frac{d\theta_y}{dt} + mge \operatorname{sen} \theta_y = H \times \frac{d\phi_x}{dt} \times \cos \theta_y \quad \dots (1)$$

60 donde:

I_g es un momento de inercia del cardán 40 alrededor del eje Y,

D es un coeficiente de amortiguación del mecanismo de amortiguación 30, m es una suma de la masa del cardán 40 y la masa del volante 50,

g es la aceleración de la gravedad,

ϵ es una distancia entre el centro de gravedad del cardán 40 y el primer eje RA como eje de rotación del cardán (cabe destacar que ϵ adopta un valor positivo cuando el centro de gravedad del cardán se encuentra debajo del eje de rotación del cardán), y

- 5 H es el momento angular alrededor del segundo eje RB del volante 50.

En la ecuación (1), al ignorar los términos primero y segundo del lado izquierdo por ser una cantidad muy pequeña, se muestra el equilibrio en $\theta_y = 0$ radianes en la siguiente ecuación (2).

10
$$\frac{d\theta_y}{dt} = \frac{H}{D} \times \frac{d\phi_x}{dt} \quad \dots (2)$$

A continuación, se considerará el par de salida del cardán 40. El estabilizador 10 convierte el movimiento alrededor del eje X del barco en la velocidad angular alrededor del eje Y del cardán 40, y convierte la velocidad angular alrededor del eje Y del cardán 40 en el par de reducción de movimiento (par de salida) alrededor del eje X del barco.

- 15 Cuando el par de salida del cardán 40 (el par de salida alrededor del eje X) se define como T, el par de salida T se muestra mediante la siguiente ecuación (3).

$$T = -H \times \frac{d\theta_y}{dt} \quad \dots (3)$$

- 20 Al sustituir la ecuación (2) por la ecuación (3), se obtiene la siguiente ecuación (4).

$$T = -\frac{H^2}{D} \times \frac{d\phi_x}{dt} \quad \dots (4)$$

- 25 Cabe destacar que, cuando el estabilizador 10 es un aparato de reducción de balanceo (ARG (antirrotación giroscópica)), el par de salida T de la ecuación (4) es el par de salida ARG.

- 30 Con referencia a la ecuación (4), podría entenderse que el par de salida T del cardán 40 alrededor del eje Y aumenta a medida que el coeficiente de amortiguación D del mecanismo de amortiguación 30 se vuelve más pequeño. A partir de lo expuesto anteriormente, podría entenderse que resulta eficaz hacer que el coeficiente de amortiguación D del mecanismo de amortiguación 30 sea pequeño para hacer que el par de salida T (el par de reducción del movimiento) del estabilizador 10 sea grande.

- 35 Sin embargo, desde el punto de vista del diseño, es difícil hacer que el coeficiente de amortiguación D sea pequeño ilimitadamente. En lo sucesivo en el presente documento, se describirá en detalle con referencia a la figura 4.
- 40 La figura 4 es una gráfica de la función $T_D = f(d\theta_y/dt)$ que muestra una relación entre la velocidad angular $d\theta_y/dt$ (radianes por segundo) del cardán y el par de salida del amortiguador T_D en un amortiguador lineal. Cabe destacar que el amortiguador lineal hace referencia a un amortiguador en el que el coeficiente de amortiguación D es constante sin depender de la velocidad angular del cardán. Cabe destacar que el coeficiente de amortiguación D corresponde a la inclinación de la función mostrada en la figura 4.

- 45 El valor máximo A de la velocidad angular $d\theta_y/dt$ del cardán (3,0 radianes por segundo en un ejemplo mostrado en la figura 4) se determina considerando un valor B del par de salida del amortiguador correspondiente a la velocidad angular de movimiento máxima alrededor del eje X del barco asumida cuando la altura de la ola es alta, desde el punto de vista del diseño. Considerando la relación del valor máximo A y el valor B del par de salida del amortiguador, se determina el coeficiente de amortiguación D (la inclinación de la función f). Por lo tanto, el coeficiente de amortiguación D no puede reducirse ilimitadamente. Especialmente, en el ejemplo mostrado en la figura 4, dado que el coeficiente de amortiguación D (la inclinación de la función f) es constante, el valor E = $d\theta_y/dt$ de la velocidad angular del cardán se limita a un valor pequeño cuando la altura de la ola es baja. Como resultado, cuando la altura de la ola es baja, el par de salida T del estabilizador 10 no se puede hacer grande (referencia a la ecuación (3)). Por ejemplo, en un barco de recreo típico, dado que no es posible hacer que el par de salida T (el par de reducción de movimiento) del estabilizador 10 sea grande cuando la altura de la ola es baja, existe el temor de que las tripulaciones se sientan incómodas en el momento normal en el que la altura de las olas es baja.

- 55 Por lo tanto, los inventores concibieron el uso de un amortiguador no lineal (el amortiguador en el que el coeficiente de amortiguación D cambia dependiendo de la velocidad angular del cardán) como mecanismo de amortiguación 30.

- 60 La figura 5 se refiere a una realización del amortiguador no lineal y es un gráfico de la función f que muestra una relación entre la velocidad angular $d\theta_y/dt$ (radianes por segundo) del cardán y el par de salida del amortiguador T_D . Es igual que el ejemplo mostrado en la figura 4 en cuanto a que el coeficiente de amortiguación D del amortiguador se determina cuando la velocidad angular del cardán toma el valor máximo A, considerando el valor máximo A (3,0 radianes por segundo en la realización mostrada en la figura 5) de la velocidad angular $d\theta_y/dt$ del cardán y el valor B del par de salida del amortiguador correspondiente a la velocidad angular de movimiento máxima alrededor del eje X del barco asumida cuando la altura de la ola es alta. En la realización mostrada en la figura 5, el valor D1

- del coeficiente de amortiguación D (la inclinación de la función f en un punto G) cuando la velocidad angular del cardán es una primera velocidad angular (por ejemplo, el valor máximo A) es mayor que el valor D2 del coeficiente de amortiguación D (la inclinación de la función f en un punto H) cuando la velocidad angular del cardán es una segunda velocidad angular (por ejemplo, el valor E' de la segunda velocidad angular $E' = 1,8$) que es menor que la primera velocidad angular. Por lo tanto, el valor E' de la velocidad angular del cardán cuando la altura de la ola es baja, $E' = d\theta_y/dt = 1,8$ toma un valor mayor que el valor E = 1,2 de la velocidad angular del cardán en el ejemplo que se muestra en la figura 4. Como resultado, cuando la altura de la ola es baja, el par de salida T del estabilizador 10 se puede aumentar (referencia a la ecuación (3)).
- 5 10 Por ejemplo, en el típico barco de recreo, dado que el par de salida T (el par de reducción de movimiento) del estabilizador 10 se puede aumentar cuando la altura de la ola es baja, las tripulaciones pueden sentirse cómodas en el momento normal en el que la altura de la ola es baja. De este modo, es deseable lograr la característica de amortiguación, tal y como se muestra en la figura 5.
- 15 20 Cabe destacar que, en la realización mostrada en la figura 5, el valor D1 del coeficiente de amortiguación D (la inclinación de la función f en el punto G), cuando la velocidad angular del cardán es la primera velocidad angular, es mayor que 1,0 veces el valor D2 del coeficiente de amortiguación D, cuando la velocidad del cardán es la segunda velocidad angular, que es menor que la primera velocidad angular (la inclinación de la función f en el punto H). Por ejemplo, el valor D1 del coeficiente de amortiguación D cuando la velocidad angular del cardán es la primera velocidad angular puede ser 1,1 o más veces, 1,5 o más veces o bien 1,8 o más veces más grande que el valor D2 del coeficiente de amortiguación D cuando la velocidad angular del cardán es la segunda velocidad angular que es menor que la primera velocidad angular. Cabe destacar que el valor máximo del valor de D1/D2 es opcional (por ejemplo, el valor máximo del valor de D1/D2 puede ser un valor opcional igual o menor que 10).
- 25 30 35 Como ejemplo, cuando la primera velocidad angular se establece como la máxima velocidad angular de permiso en el caso del diseño del cardán, y la segunda velocidad angular se establece en 3/5 de la máxima velocidad angular de permiso, el efecto de reducción de movimiento en el momento normal en el que la altura de la ola es baja es mayor que el efecto de reducción de movimiento cuando se usa el amortiguador lineal, si el valor D1 del coeficiente de amortiguación D en el momento de la primera velocidad angular es mayor que 1,0 veces el valor D2 del coeficiente de amortiguación D en el momento de la segunda velocidad angular. Cuando la primera velocidad angular se establece como la máxima velocidad angular de permiso en el caso del diseño del cardán, y la segunda velocidad angular se establece en 3/5 de la máxima velocidad angular de permiso, el efecto de reducción de movimiento en el momento normal en el que la altura de la ola es baja es notablemente mayor que el efecto de reducción de movimiento cuando se usa el amortiguador lineal, si el valor D1 del coeficiente de amortiguación D en el momento de la primera velocidad angular es 1,1 veces o más, 1,5 veces o más, o 1,8 veces o más mayor que el valor D2 del coeficiente de amortiguación D en el momento de la segunda velocidad angular.

Como ejemplo alternativo, cuando la función f puede aproximarse mediante una función cuadrática, el valor del coeficiente de amortiguación D cuando la velocidad angular del cardán se vuelve 5/3 veces (de la segunda velocidad angular dada) puede ser 1,1 veces o más, 1,5 veces o más, o bien 1,8 veces o más mayor que el valor del coeficiente de amortiguación en el momento de la segunda velocidad angular dada.

(Configuración de amortiguador)

- 45 50 A continuación, se considerará la configuración del mecanismo de amortiguación 30 para lograr la característica de amortiguación, tal y como se muestra en la figura 5. Como ejemplo, se supone que el mecanismo de amortiguación 30 contiene un amortiguador de líquido (por ejemplo, un amortiguador de aceite). La figura 6 es una vista en sección del mecanismo de amortiguación 30 a lo largo de la línea K-K en la figura 3. El mecanismo de amortiguación 30 incluye una carcasa 32, un miembro de división 39 (por ejemplo, una pared de división), una primera cámara de líquido 33, una segunda cámara de líquido 34 y un pasaje 35.

En las realizaciones mostradas en la figura 3 y en la figura 6, la carcasa 32 es un miembro fijo que es imposible de mover relativamente con respecto a la base 20. Además, el miembro de división 39 es un miembro móvil que es posible moverse relativamente con respecto a la base 20. En las realizaciones mostradas en la figura 3 y en la figura 6, la carcasa 32 se fija en la base 20 y el miembro de división 39 se fija en el cardán 40.

60 65 El espacio interno de la carcasa 32 está dividido en una primera cámara de líquido 33 y una segunda cámara de líquido 34 por el miembro de división 39. El líquido (por ejemplo, aceite) se aloja en la primera cámara de líquido 33 y la segunda cámara de líquido 34. El miembro de división 39 está dispuesto entre la primera cámara de líquido 33 y la segunda cámara de líquido 34 y puede girar relativamente con respecto a la carcasa 32. Cabe destacar que el eje de rotación del miembro de división 39 es coaxial con el primer eje RA en la figura 3.

65 El pasaje 35 conecta la primera cámara de líquido 33 y la segunda cámara de líquido 34. En una realización mostrada en la figura 6, el pasaje 35 está formado en la carcasa 32. Como alternativa, el pasaje 35 puede formarse en el miembro de división 39. En la realización mostrada en la figura 6, cuando el miembro de división 39 gira en la dirección R, una parte del líquido en la segunda cámara de líquido 34 se mueve a la primera cámara de líquido 33 a

través del pasaje 35. Por otro lado, cuando el miembro de división 39 gira en una dirección opuesta a la dirección R, una parte del líquido en la primera cámara de líquido 33 se mueve a la segunda cámara de líquido 34 a través del pasaje 35. Dado que el área de la sección transversal del pasaje 35 es pequeña además de la viscosidad del líquido que fluye a través del pasaje 35, el mecanismo de amortiguación 30 funciona como amortiguador de líquido.

- 5 En la realización mostrada en la figura 6, se proporciona una sección de orificio 36 para el pasaje 35. En la realización mostrada en la figura 6, aunque el número de secciones de orificio 36 es uno, el número de secciones de orificios puede ser igual o superior a dos. En la sección de orificio 36, una parte del pasaje que tiene el área de la sección transversal más pequeña que la otra parte del pasaje 35, en concreto, se proporciona una sección 37 de anchura estrecha. Cabe destacar que el área de la sección transversal del pasaje es un área de la sección transversal del pasaje ortogonal a la dirección longitudinal del pasaje 35. Cabe destacar que, cuando el pasaje 35 es un pasaje curvo, la dirección longitudinal del pasaje hace referencia a la dirección tangente del pasaje en cualquier posición. Por ejemplo, la sección 37 de ancho estrecho se prescribe en función de una sección sobresaliente anular 38 que sobresale para el pasaje 35. Cabe destacar que, cuando la sección transversal del pasaje 35 es circular, la sección sobresaliente anular 38 es una sección sobresaliente en forma de anillo y, cuando la sección transversal del pasaje 35 es rectangular, la sección sobresaliente anular 38 es una sección sobresaliente que tiene un marco rectangular. El material de la sección de orificio 36, especialmente, el material de la sección sobresaliente 38 es metal.
- 10 15 20 25 La figura 7A a la figura 7C se representa una vista ampliada de la sección de orificio 36 en la figura 6. Las secciones de orificio 36 mostradas de la figura 7A a la figura 7C son secciones de orificio de tipo fijación. En la sección de orificio de tipo fijación, no hay ningún miembro ni ninguna parte que se mueva ni ningún miembro ni ninguna parte que se mueva bajo el control del dispositivo de control, en concreto, un miembro en el que se instala la sección de orificio (por ejemplo, la carcasa 32) y que se mueve a través del control por medio del dispositivo de control.
- 30 35 40 45 50 55 60 65 La figura 7A muestra la sección de orificio 36 en un ejemplo comparativo. En el ejemplo mostrado en la figura 7A, el área de la sección transversal de pasaje de la sección 37A de anchura estrecha es constante. Un caudal Q de líquido que fluye a través de la sección de anchura estrecha 37A es proporcional a la diferencia de presión P entre la presión de fluido de la primera cámara de líquido 33 y la presión de fluido de la segunda cámara de líquido 34 ($Q = aP$, a es una constante). Por lo tanto, es posible decir que el amortiguador de líquido es un amortiguador lineal, y el amortiguador de líquido no muestra la característica de amortiguación mostrada en la figura 5.
- De acuerdo con la invención, en una realización mostrada en la figura 7B, el área de la sección transversal del pasaje de la sección 37B de anchura estrecha cambia continuamente a lo largo de la dirección longitudinal del pasaje 35. Más específicamente, el primer extremo de la sección sobresaliente 38 (un extremo en un lado de la primera cámara de líquido 33) tiene una primera superficie de inclinación 38-1, y el segundo extremo de la sección sobresaliente 38 (un extremo en un lado de la segunda cámara de líquido) tiene una segunda superficie de inclinación 38-2. La primera superficie de inclinación 38-1 está formada de modo que el área de la sección transversal del pasaje se vuelva más pequeña para el segundo extremo, y la segunda superficie de inclinación 38-2 se forma de modo que el área de la sección transversal del pasaje se vuelva más pequeña para el primer extremo. Además, en la realización mostrada en la figura 7B, se proporciona una sección de borde anular 38B en una parte del pasaje 35 donde el área de la sección transversal del pasaje ortogonal a la dirección longitudinal del pasaje 35 se vuelve la más pequeña. El caudal Q del líquido que fluye a través de la sección de anchura estrecha 37B es casi proporcional a una raíz cuadrada de la diferencia de presión P entre la presión del fluido de la primera cámara de líquido 33 y la presión del fluido de la segunda cámara de líquido 34 ($Q^2 = bP$, b es una constante). Por estos motivos, es posible decir que el amortiguador de líquido es un amortiguador no lineal, y el amortiguador de líquido muestra la característica de amortiguación mostrada en la figura 5.
- De acuerdo con la invención, en una realización mostrada en la figura 7C, el área de la sección transversal del pasaje en una sección de anchura estrecha 37C cambia continuamente a lo largo de la dirección longitudinal del pasaje 35 en un primer extremo 37CA y un segundo extremo 37CB en la sección de anchura estrecha 37C al menos. Cabe destacar que en la realización mostrada en la figura 7C, la forma de la sección sobresaliente 38 (o la sección de anchura estrecha) tiene una forma simétrica con respecto a un plano de simetría central PL. La sección 37C de anchura estrecha en la realización mostrada en la figura 7C tiene una función intermedia de la función de la sección 37A de anchura estrecha en el ejemplo mostrado en la figura 7A y la función de la sección 37B de anchura estrecha en la realización mostrada en la figura 7B. Por lo tanto, aunque el amortiguador de líquido es un amortiguador no lineal, proporciona la característica de amortiguación mostrada en la figura 5.
- Por lo tanto, el estabilizador 10 en el que el mecanismo de amortiguación 30 (el amortiguador no lineal) mostrado en la figura 7B o la figura 7C está cargado, se puede amortiguar adecuadamente el movimiento, incluso cuando la velocidad angular de movimiento del barco 1 como objetivo de movimiento (por ejemplo, una velocidad angular de movimiento alrededor del eje X) es pequeña. Cabe destacar que la figura 7D muestra gráficos que muestran esquemáticamente el efecto de reducción de movimiento del estabilizador 10 en el que se carga el amortiguador no lineal en la realización, y el efecto de reducción de movimiento del estabilizador en el que se carga el amortiguador lineal de un ejemplo de comparación. Con referencia a la figura 7D, en el estabilizador 10 en el que se carga el

amortiguador no lineal en la realización, podría entenderse que el efecto de reducción del movimiento es grande en la región de altura de ola baja.

- Adicionalmente, la característica del amortiguador no lineal que tiene la sección de orificio 36 mostrada en la figura 7B o en la figura 7C es difícil experimentar la influencia de la viscosidad del líquido (aceite) alojado en la primera cámara de líquido 33 y la segunda cámara de líquido 34. Por lo tanto, el cambio del par de salida del amortiguador es pequeño al cambio de temperatura del amortiguador o al cambio de temperatura alrededor del amortiguador. De este modo, es posible adquirir la velocidad angular del cardán estable ($d\theta_y/dt$) a la (entrada) velocidad angular de movimiento del barco. Es decir, en la realización mostrada en la figura 7B o en la figura 7C, no hay caso de que el coeficiente de amortiguación se reduzca excesivamente con el aumento de la temperatura del amortiguador (disminución de la viscosidad del aceite). Como resultado, se restringe la generación de la situación en la que la velocidad angular del cardán sobrepasa un valor de limitación haciendo que el coeficiente de amortiguación sea demasiado pequeño y el estabilizador 10 no sufre daños.
- Cabe destacar que el mecanismo de amortiguación 30 puede tener la característica de amortiguación mostrada en la figura 8 en lugar de la característica de amortiguación mostrada en la figura 5. En una realización mostrada en la figura 8, además, un valor D1 del coeficiente de amortiguación D (la inclinación de una función f'' en un punto G) cuando la velocidad angular del cardán 40 es una primera velocidad angular (por ejemplo, el valor máximo A) es mayor que un valor D2 del coeficiente de amortiguación D (la inclinación de una función f' en un punto H) cuando la velocidad angular del cardán 40 es una segunda velocidad angular que es menor que la primera velocidad angular. Por lo tanto, un valor E' de la velocidad angular del cardán $E' = d\theta_y/dt = 1,8$ cuando la altura de la ola baja toma un valor grande, en comparación con un valor E de la velocidad angular del cardán en el ejemplo mostrado en la figura 4. Como resultado, cuando la altura de la ola es baja, el par de salida del estabilizador 10 se puede aumentar (referencia a la ecuación (3)).
- La característica de amortiguación mostrada en la figura 5 y la característica de amortiguación mostrada en la figura 8 son comunes en un punto en el que un valor del coeficiente de amortiguación D (la inclinación de la función f' o la inclinación de la función f'') aumenta de forma monótona (en el sentido más amplio) a medida que aumenta la velocidad angular del cardán. En este caso, "el sentido amplio" significa que una parte donde el valor del coeficiente de amortiguación D del cardán es constante al aumento de la velocidad angular del cardán (una parte donde la inclinación de la función f' es constante) puede estar contenida.
- Cabe destacar que la característica de amortiguación mostrada en la figura 8 puede realizarse mediante, por ejemplo, la adopción de una sección de orificio ajustada mecánicamente (una sección de orificio de tipo móvil) de modo que el área mínima de la sección transversal de la sección de anchura estrecha 37 cambie paso a paso (en al menos 2 pasos) de acuerdo con la diferencia de presión P entre el fluido presión en la primera cámara de líquido 33 y la presión de fluido en la segunda cámara de líquido 34. Dado que dicho mecanismo puede fabricarlo una persona experta, se omite la explicación detallada. Como alternativa o adicionalmente, puede disponerse un dispositivo de entrada manual que puede cambiar el coeficiente de amortiguación D del amortiguador paso a paso (en al menos 2 pasos).
- Cabe destacar que, para realizar la característica de amortiguación tal y como se muestra en la figura 5 o en la figura 8, se podría pensar en controlar activamente la característica de amortiguación usando un sensor para detectar la velocidad angular de movimiento del barco y una unidad de procesamiento para introducir una señal del sensor y emitir una señal de control para cambiar la característica de amortiguación. El mecanismo de amortiguación de dicho tipo se define como un mecanismo de amortiguación de tipo activo en esta memoria descriptiva. El mecanismo de amortiguación de tipo activo tiene el problema de que un mecanismo de control requiere muchos componentes. Además, al adoptar el mecanismo de amortiguación de tipo activo, existe la posibilidad de que el estabilizador oscile en caso de que se produzca un fallo. Es más, el mecanismo de control debe tener una característica de alta resistencia al agua ya que se utilizan la entrada y salida de las señales eléctricas. Por otro lado, los mecanismos amortiguadores de algunas realizaciones son los mecanismos amortiguadores de tipo pasivo (los mecanismos amortiguadores excepto el tipo activo) y el estabilizador nunca oscila, incluso cuando se produce el fallo. Además, los mecanismos amortiguadores de tipo pasivo en algunas realizaciones son deseables desde el punto de vista de la propiedad a prueba de agua, ya que se puede realizar sin utilizar una unidad de procesamiento eléctrica (la unidad de control).

REIVINDICACIONES

1. Un estabilizador (10) que comprende:

- 5 una base (20) para su fijación en un objetivo de reducción de movimiento;
- un cardán (40) soportado por la base (20) para poder girar alrededor de un primer eje (RA);
- un mecanismo de amortiguación (30) dispuesto para amortiguar un movimiento giratorio relativo del cardán (40) con respecto a la base (20);
- 10 un volante (50) que configura una parte del cardán (40) y está dispuesto para poder girar alrededor de un segundo eje (RB) ortogonal al primer eje (RA); y
- un motor (60) configurado para hacer girar el volante (50),
en donde el mecanismo de amortiguación (30) es un mecanismo de amortiguación de tipo pasivo y comprende:
- 15 una carcasa (32);
- una primera cámara de líquido (33) dispuesta en la carcasa (32);
- una segunda cámara de líquido (34) dispuesta en la carcasa (32);
- un miembro de división (39) dispuesto entre la primera cámara de líquido (33) y la segunda cámara de líquido (34) para poder girar relativamente con respecto a la carcasa (32);
- 20 un pasaje (35) que conecta la primera cámara de líquido (33) y la segunda cámara de líquido (34); y una sección de orificio (36) dispuesta para definir un área de sección transversal mínima del pasaje (35),

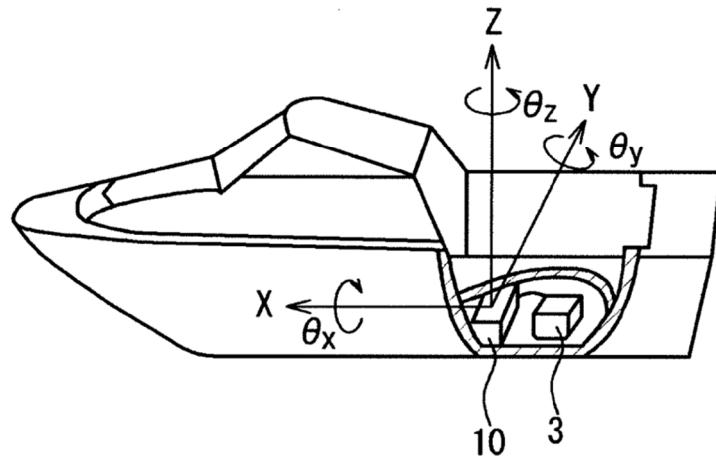
caracterizado por que

la forma de la sección del orificio (36) está establecida de modo que el valor de un coeficiente de amortiguación del mecanismo de amortiguación aumenta a medida que aumenta la velocidad angular del cardán (40), y en al menos una parte de la sección de orificio (36), el área de la sección transversal del pasaje ortogonal a una dirección longitudinal del pasaje (35) cambia continuamente a lo largo de la dirección longitudinal del pasaje (35).

- 25 2. El estabilizador (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer valor es 1,1 veces o más tan grande como el segundo valor.
- 30 3. El estabilizador (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde no se introduce ninguna señal de control eléctrico en el mecanismo de amortiguación (30) para cambiar una característica del mecanismo de amortiguación (30).
- 35 4. El estabilizador (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la sección de orificio (36) tiene una sección de borde anular (38B) en una parte donde el área de la sección transversal del pasaje ortogonal a la dirección longitudinal del pasaje (35) se vuelve mínima.
- 40 5. El estabilizador (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la sección de orificio (36) es del tipo de fijación.
- 6. Un barco (1) en el que está instalado el estabilizador (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

F i g . 1

1



F i g . 2

10

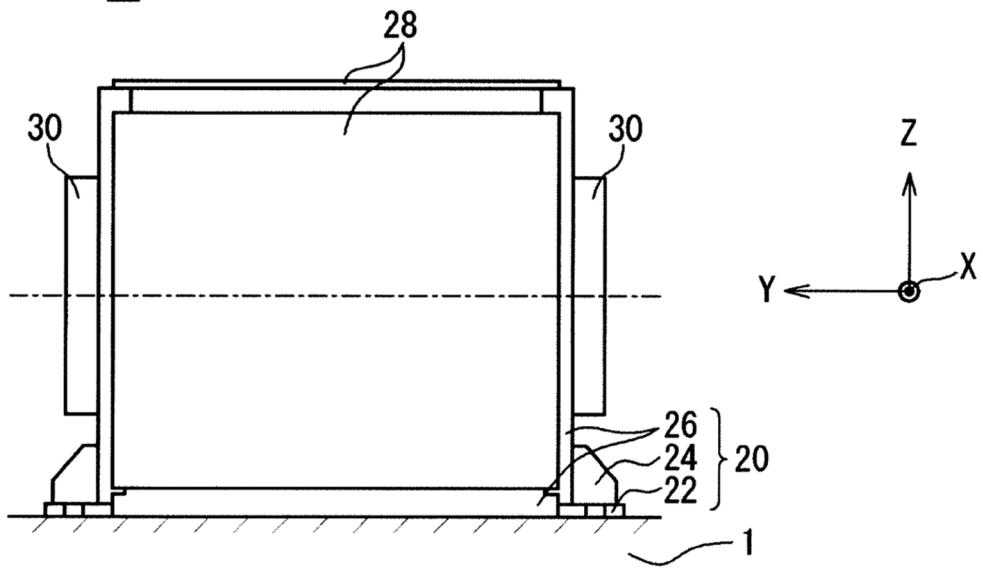


Fig. 3

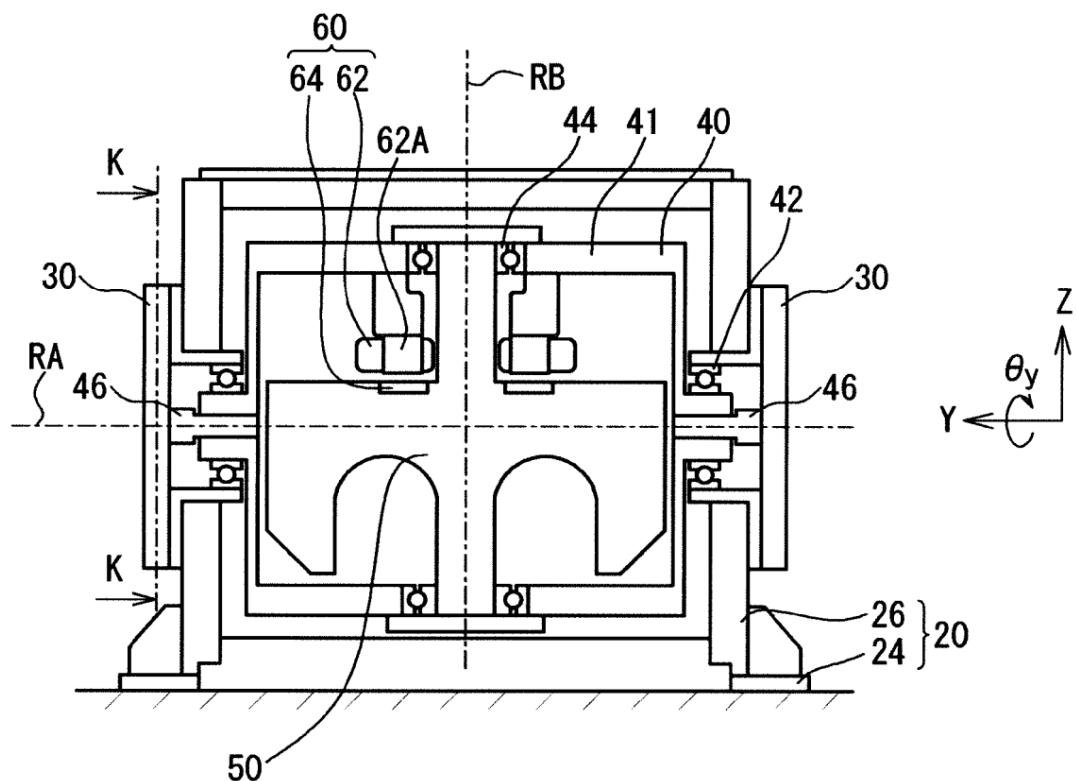


Fig. 4

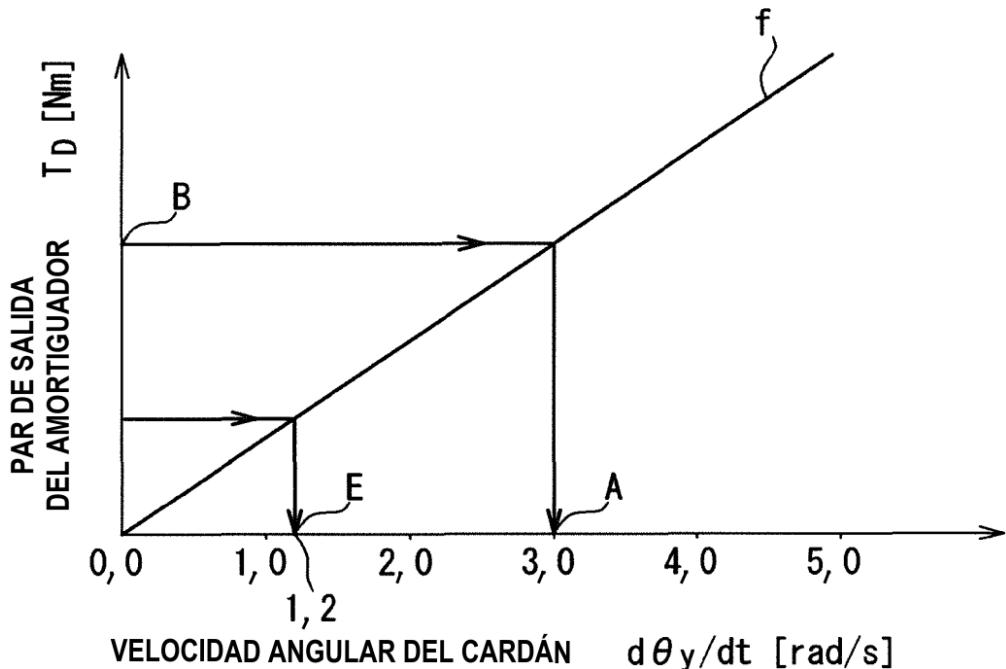


Fig. 5

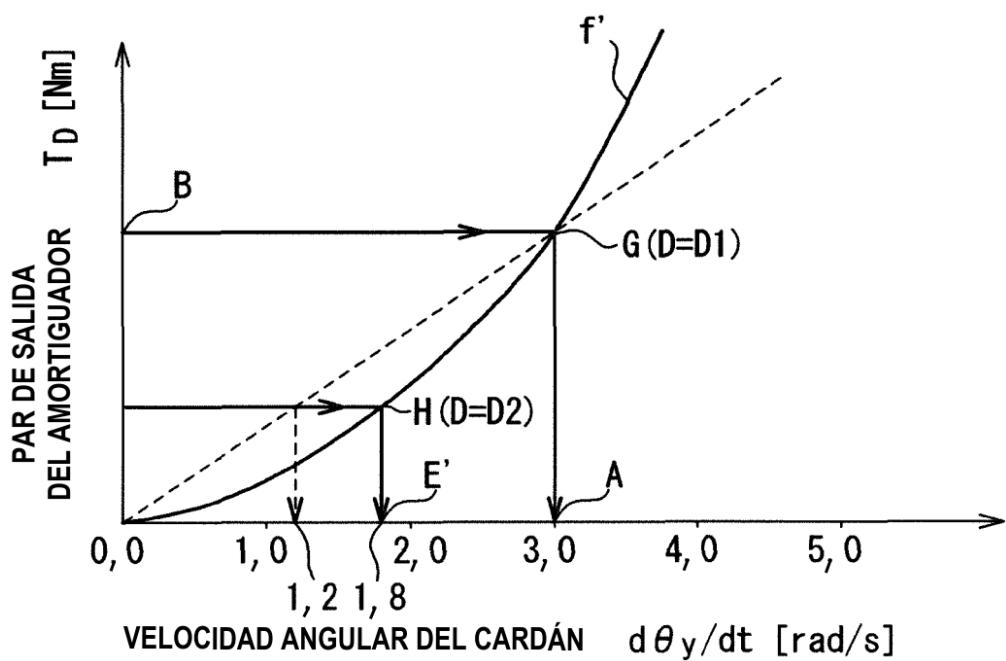


Fig. 6

30

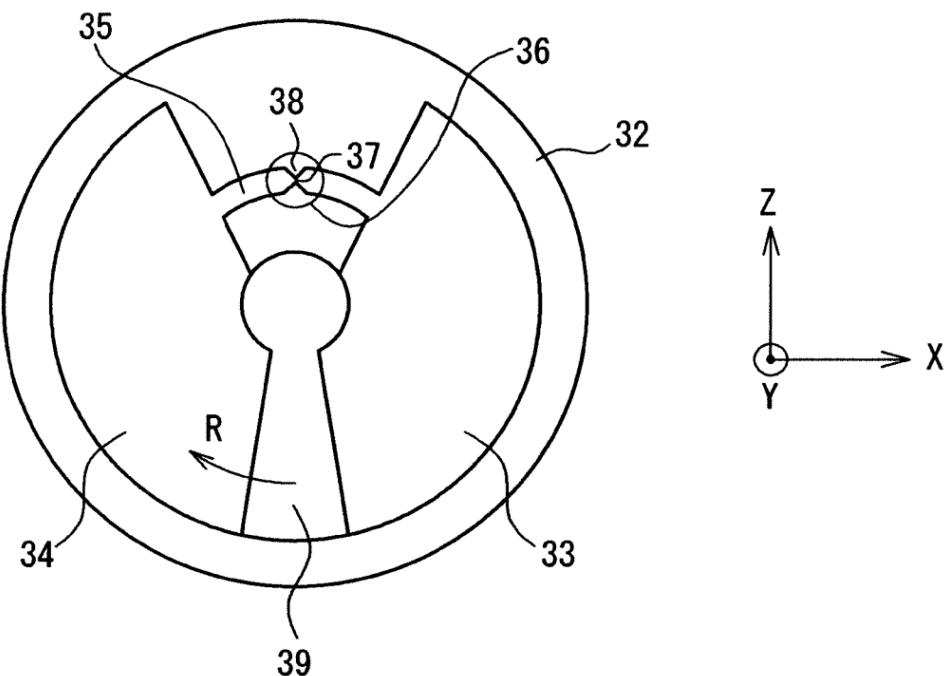


Fig. 7 A

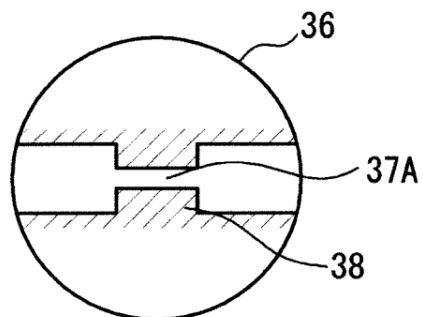


Fig. 7 B

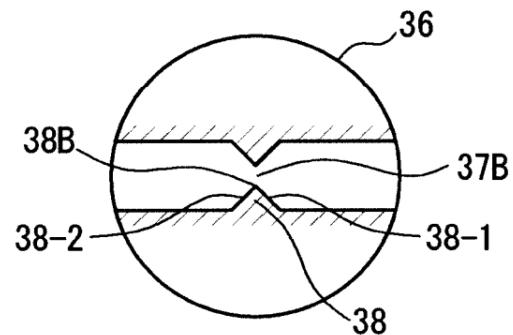


Fig. 7 C

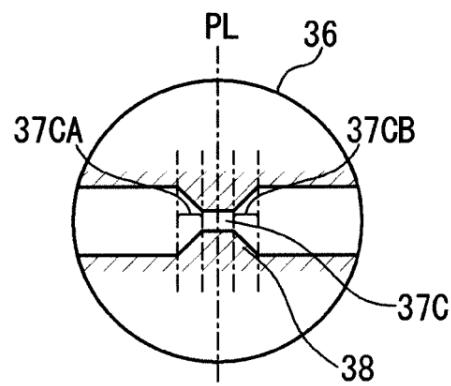


Fig. 7 D

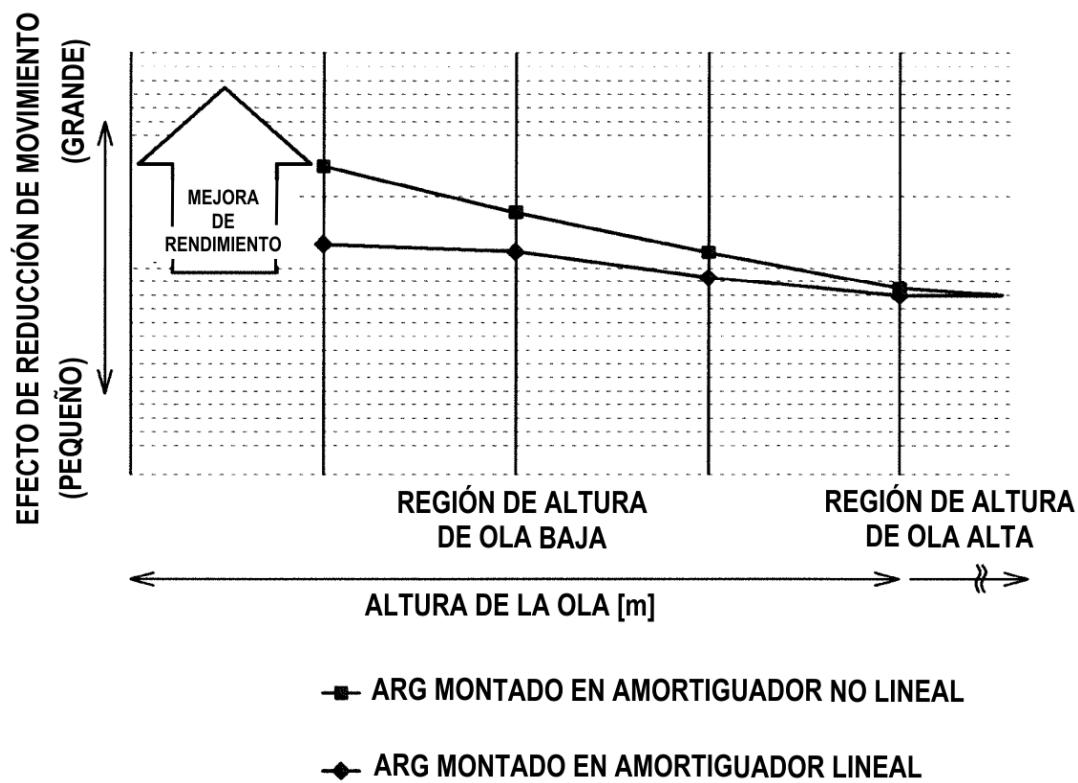


Fig. 8

