

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 321**

51 Int. Cl.:

B62D 27/00 (2006.01)
B64C 19/00 (2006.01)
G05G 25/02 (2006.01)
B64C 13/10 (2006.01)
F16F 7/01 (2006.01)
G05G 9/047 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2014** **PCT/GB2014/051968**
87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015** **WO15001319**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2014** **E 14736924 (3)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018** **EP 3016839**

54 Título: **Unidad de equilibrado**

30 Prioridad:

01.07.2013 GB 201311750
01.07.2013 EP 13275147

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.06.2018

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

WHITE, NICHOLAS, JAMES y
WASSON, ROBERT, MAXWELL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 671 321 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

Unidad de equilibrado

La presente invención se refiere a una unidad de equilibrado.

En particular se refiere a una unidad de equilibrado mediante amortiguación de la vibración para un aparato de dispositivo de control para operar una máquina.

Controlar las máquinas mientras están funcionando puede ser complicado por fuerzas generadas por el funcionamiento de la propia máquina. Una máquina que tiene una palanca de control (por ejemplo, un dispositivo de control, o "palanca de mando") puede vibrar de tal manera que un operador tenga dificultades para mover la palanca a la posición deseada. Si la máquina está en movimiento, por ejemplo porque es un vehículo terrestre, marítimo o aéreo, el problema se complica aún más por las fuerzas de aceleración debidas a las maniobras realizadas por el vehículo. Un área de especial preocupación es cómo el aparato que dirige el vehículo podría verse afectado por el movimiento del vehículo, por ejemplo vehículos que utilizan un dispositivo de control (o "palanca de mando", tal como la utilizada comúnmente para dirigir una aeronave). Si el vehículo es sometido a sacudidas, los cambios de dirección resultantes en las fuerzas de aceleración actúan sobre el dispositivo de control, o la vibración mecánica, y entonces el operador puede encontrar una dificultad creciente para controlar el vehículo.

Un medio convencional para contener las fuerzas de aceleración es equilibrar el dispositivo de control con la masa. Habitualmente esto es conseguido añadiendo una masa de un metal denso macizo (por ejemplo tungsteno) en el extremo opuesto de la palanca de mando desde una parte de agarre manejada por el usuario. Esto es conocido como "equilibrio de masa pasivo".

La fig. 1 muestra un aparato 10 de palanca de mando. El dispositivo de control comprende un alojamiento 11 de palanca y un miembro 12 de control de palanca de mando, que están dispuestos de tal manera que el miembro 12 de control de palanca de mando está montado de manera pivotante en el alojamiento 11 de palanca de mando en el punto de pivote 13. El punto de pivote 13 actúa para dividir el miembro 12 de control de palanca de mando en una primera sección 14 de miembro, contenida dentro del alojamiento 11 de palanca de mando, y una segunda sección 15 de miembro, externa al alojamiento 11 de palanca de mando. Normalmente, el alojamiento 11 de palanca de mando está fijado a un vehículo 31 que lleva el aparato 10 de palanca de mando activo. El punto de pivote 13 permite que el miembro 12 de control de palanca de mando pivote con respecto al alojamiento 11 de palanca de mando, como se ha indicado por las flechas direccionales 16 y 17. Puede haber prevista una protección 18 entre la segunda sección 15 de miembro y el alojamiento 11 de palanca de mando para inhibir la entrada de material extraño indeseado en el alojamiento 11 de palanca de mando. En el extremo de la segunda sección 15 de miembro, distal del punto de pivote 13, hay prevista una empuñadura 19 adecuada para su manejo por un operador del aparato 10 de palanca de mando, de modo que el operador pueda mover el miembro 12 de control de palanca de mando en cualquier dirección mostrada por la flecha direccional 16.

También unida a la primera sección 14 de miembro, entre la masa maciza 20 y el punto de pivote 13, hay una primera varilla 21. Un primer extremo 22 de la primera varilla 21 está acoplado de manera pivotante a la primera sección 14 de miembro y un segundo extremo 23 está acoplado de manera pivotante a una segunda varilla 24. La segunda varilla 24 está unida de manera pivotante a la primera varilla 21 en un primer extremo 25 y un segundo extremo 26 de la segunda varilla 24 está unido de manera fija a un eje 27 de accionamiento de salida de un sensor 28 de salida. El sensor 28 de salida comprende además un alojamiento 29 que está unido de manera fija al alojamiento 11 de palanca de mando. El sensor 28 de salida traduce la posición de palanca de mando en señales indicativas de comandos direccionales a una unidad de control (por ejemplo, ordenador de vuelo, no mostrado).

Una masa maciza 20 está unida a la primera sección 14 de miembro en un extremo distal del punto de pivote 13. La masa maciza 20 está dispuesta para actuar de modo que contrarreste el movimiento del miembro 12 de control de palanca de mando alrededor del punto de pivote 13 bajo fuerzas de aceleración externas ejercidas sobre el miembro 12 de control de palanca de mando y la empuñadura 19 asociada.

Tal disposición es capaz de equilibrar las fuerzas de aceleración. Sin embargo, el dispositivo de control puede sufrir resonancia de vibración, especialmente si el dispositivo de control es una disposición de "polo largo", es decir, la empuñadura 19 de interfaz en el dispositivo de control está ubicado a una distancia relativamente grande de su punto de pivote 13.

Por tanto es muy deseable un aparato de dispositivo de control que pueda compensar las fuerzas de inercia y las fuerzas de vibración.

RESUMEN

Por consiguiente la invención proporciona una unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones para un aparato de dispositivo de control contrarrestando dicha unidad el dispositivo de control de dicho aparato de dispositivo de control y comprendiendo: una pared que define una cavidad; y una pluralidad de masas de amortiguación de vibraciones alojadas dentro de la cavidad, en donde la cavidad está configurada de tal manera que las masas de amortiguación de

vibraciones se pueden mover libremente en cualquier dirección con relación a la pared de la cavidad y entre sí.

Las masas de amortiguación de vibraciones pueden ser sustancialmente esféricas. Las masas de amortiguación de vibraciones pueden comprender un metal que tiene una densidad de al menos 15 g/cm^3 . Las masas de amortiguación de vibraciones pueden tener una dureza Vickers de al menos 2600 MPa.

- 5 Las masas de amortiguación de vibraciones pueden comprender sustancialmente una aleación de tungsteno.

Las masas de amortiguación de vibraciones pueden tener un diámetro de al menos 2,0 mm pero no mayor de aproximadamente 5,0 mm. El diámetro de las masas de amortiguación de vibraciones puede ser una función de: la masa de equilibrado total requerida, la densidad de material de la masa de vibración, la envolvente de unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones máximas permisibles, y del volumen de espacio libre deseado en la cavidad.

- 10 El volumen de espacio libre en la cavidad puede ser al menos el 15% del volumen de la cavidad.

La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones de acuerdo con la presente descripción puede comprender solo una cavidad que aloja masas de amortiguación de vibraciones. La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones de acuerdo con la presente descripción puede comprender al menos una pared divisoria interna para definir al menos una cavidad adicional para alojar masas de amortiguación de vibraciones.

- 15 Se puede prever una palanca de control para un aparato de dispositivo de control provisto de una unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones de acuerdo con la presente descripción. La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones puede estar fijada de manera extraíble a la palanca de control.

- 20 Se puede prever un aparato de dispositivo de control que comprende una palanca de control según la presente descripción. La palanca de control puede estar montada de manera pivotante de tal manera que se pueda mover en al menos una de una primera dirección y una segunda dirección, formando la segunda dirección ángulo recto con la primera dirección.

Por tanto se ha proporcionado un aparato de dispositivo de control en el que se puede conseguir el equilibrado de masa y la amortiguación de vibraciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 25 Se describirán a continuación ejemplos de la presente descripción con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La fig. 1 muestra una palanca de mando convencional de masa equilibrada.

La fig. 2 muestra una vista en sección transversal de la unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones de la presente descripción unida a una palanca de control;

- 30 La fig. 3 muestra una vista parcial despiezada ordenadamente de la unidad de equilibrado como se ha mostrado en la fig. 2;

La fig. 4 muestra una vista en sección transversal de la unidad de equilibrado mientras se experimentan diferentes modos vibratorios;

La fig. 5 muestra un ejemplo alternativo de una unidad de equilibrado a la mostrada en la fig. 4;

- 35 La fig. 6 muestra una vista de la palanca de control y una unidad de equilibrado de la fig. 2 en diferentes posiciones angulares vibratorias; y

La fig. 7 y la fig. 8 muestran vistas indicativas de modos vibratorios de la unidad de equilibrado.

Descripción Detallada

- 40 La fig. 2 muestra un aparato 40 de dispositivo de control que comprende una unidad 42 de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones de acuerdo con la presente descripción. El dispositivo de control del aparato 40 se ha mostrado como idéntico al del aparato 10 conocido mostrado en la fig. 1, con la excepción de que la masa maciza 20 es reemplazada por la unidad 42 de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones de la presente descripción. Sin embargo, la estructura del aparato 40 de dispositivo de control mostrada no está destinada a ser limitativa sobre las aplicaciones a la que se puede aplicar la unidad 42 de equilibrado. Es decir, otro aparato de dispositivo de control de diferentes configuraciones también puede estar provisto con una unidad 42 de equilibrado de acuerdo con la presente descripción.

La fig. 3 muestra una vista parcial despiezada ordenadamente de un ejemplo de la unidad 42 de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones. La unidad 42 tiene un alojamiento 44 con una pared 46 que define una cavidad 48. Se ha previsto una tapa 50 para cerrar la cavidad 48. El miembro de tapa 50 puede estar unido al alojamiento 44 por cualquier medio apropiado, por ejemplo, una fijación semipermanente, por ejemplo tornillos o pernos, o por una fijación

más permanente tal como soldadura u otro método de unión.

Previstas en la cavidad 48 hay una pluralidad de masas 52 de amortiguación de vibraciones. Como se puede ver en la fig. 3, las masas 52 de amortiguación de vibraciones llenan solo parte del volumen de la cavidad 48. En un ejemplo, el volumen de espacio libre en la cavidad es al menos el 15% del volumen total de la cavidad 48. Es decir, como mucho el 85% del volumen de la cavidad 48 es llenado con las masas 52 de vibración. La cavidad 48 está configurada de tal manera que las masas 52 de amortiguación se pueden mover libremente en cualquier dirección con relación a la pared 46 y en cualquier dirección relativamente entre sí, dentro de los límites de la cavidad 48 definida por la pared 46.

Como en el ejemplo mostrado, las masas 52 de amortiguación de vibraciones son sustancialmente esféricas.

Las masas 52 de amortiguación de vibraciones pueden comprender sustancialmente un metal que tiene una alta densidad. En un ejemplo, las masas de amortiguación de vibraciones pueden tener una densidad de al menos 15 g/cm³. Las masas de amortiguación de vibraciones pueden tener una dureza Vickers de al menos 2.600 MPa.

Las masas 52 de amortiguación de vibraciones pueden comprender sustancialmente una aleación de tungsteno. Es decir las masas 52 de amortiguación de vibraciones pueden ser fabricadas en parte a partir de una aleación de tungsteno, o fabricadas exclusivamente a partir de una aleación de tungsteno. Por ejemplo, las masas de amortiguación de vibraciones pueden comprender una aleación de tungsteno que comprende Tungsteno (W), Níquel (Ni), Hierro (Fe) o cobre (Cu). Por tanto el material de las masas de amortiguación de vibraciones puede ser fabricado según los requisitos de MIL-T-21014. Alternativamente, las masas de amortiguación de vibraciones pueden comprender una aleación de acero inoxidable.

Las masas 52 de amortiguación de vibraciones pueden tener un diámetro de al menos 2,0 mm pero no mayor de 5,0 mm. Preferiblemente las masas 52 de amortiguación de vibraciones pueden tener un diámetro de al menos 2,2 mm pero no mayor de 4,83 mm. Con cualquier tamaño menor de aproximadamente 2,0 mm las masas de amortiguación de vibraciones resultan difíciles de manejar durante el montaje, y pueden resultar alojadas en ubicaciones indeseables (por ejemplo en roscas). Es decir, por debajo de un diámetro de aproximadamente 2 mm, las masas de amortiguación de vibraciones pueden resultar un riesgo de Daño por Objeto Extraño para el vehículo. Con un diámetro mayor de aproximadamente 5 mm, la masa por unidad de volumen de las masas en el alojamiento se puede reducir a un valor indeseable, ya que resultará una cantidad considerable de espacio entre las masas que se tocan, requiriendo así una unidad 52 de equilibrado mayor para conseguir la misma cantidad de equilibrio y amortiguación que para una unidad que comprende masas de amortiguación de vibraciones de un diámetro menor.

El volumen de las masas 52 de amortiguación de vibraciones es elegido teniendo en cuenta la masa de equilibrado requerida, la densidad del material de masa 52 de vibración elegido, la envolvente de unidad de equilibrado máxima permisible, y el volumen de espacio libre deseado en la cavidad 48. La envolvente de la unidad de equilibrado es el espacio asignado en el aparato de dispositivo de control para la unidad 42 de equilibrado. En ejemplos donde las masas de vibración son esféricas, obviamente el volumen está relacionado directamente con el diámetro de la masa de vibración.

Los ejemplos de las figs. 3, 4 muestran una unidad 42 de equilibrado que tiene una solo una cavidad 42 que aloja las masas 52 de amortiguación de vibraciones. Una unidad 42' de equilibrado alternativa con una pluralidad de cavidades internas 48' para alojar las masas 52 de amortiguación de vibraciones se ha mostrado en la fig. 5. En tal disposición, se puede prever al menos una pared divisoria interna 54 para definir al menos una cavidad adicional 48' para alojar las masas 52 de amortiguación de vibraciones. Se puede prever una pluralidad de paredes internas 54 para definir una pluralidad de cavidades adicionales 48' para alojar las masas 52 de amortiguación de vibraciones.

El volumen de la cavidad 48 (o cavidades 48') del alojamiento 44 debe ser suficiente para acomodar el número requerido de masas 52, y permitirles moverse libremente dentro de la cavidad 48 (o cavidades 48'). Las masas 52 de amortiguación de vibraciones debe ser capaces de moverse (por ejemplo rodar o vibrar) alrededor del interior de la cavidad interna 48 del alojamiento 44, es decir, de lado a lado y/o hacia arriba y hacia abajo dentro de la cavidad interna 48 o cavidades 48' del alojamiento 44. Por lo menos, las masas 38 deben ser capaces de moverse (por ejemplo rodar y/o vibrar) al menos en parte de la distancia desde un extremo/lado de la cavidad interna 48 al otro extremo/lado de la cavidad interna 48. Dicho de otra manera, las masas discretas 52 están dispuestas, y la cavidad configurada, de tal manera que las masas discretas se puedan mover y vibrar libremente unas con relación a las otras en tres dimensiones.

Dada la falta inherente de espacio en el aparato de dispositivo de control, y por tanto la necesidad de que la unidad 42 de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones ocupe un volumen relativamente pequeño, generalmente un material de masa de alta densidad de vibración es el más apropiado. Adicionalmente, se ha encontrado que las masas de amortiguación de vibraciones de diámetro relativamente pequeño son efectivas para amortiguar una amplia gama de frecuencias. Esto es beneficioso ya que los vehículos, y en particular las aeronaves, son comúnmente sometidos a una amplia gama de vibraciones.

Como se ha indicado anteriormente, y se ha mostrado en la fig. 2 y la fig. 6, el aparato 40 de dispositivo de control comprende una palanca de control 60 provista de la unidad 42 de equilibrado, que puede estar fijada de manera extraíble a la palanca de control 60. Con referencia al ejemplo mostrado en la fig. 3, la unidad 42 de equilibrado puede estar unida

a una palanca de control 60 mediante agujeros en las pestañas 66 previstas en el alojamiento 44. Sin embargo, se pueden utilizar cualesquiera medios de unión de la unidad 42 a la palanca de control 60, por ejemplo por soldadura y/o otros fijadores. Alternativamente, la unidad 42 de equilibrado puede estar formada integralmente con el miembro de palanca 60.

5 En la fig. 6 se ha mostrado una porción de agarre 62 de la palanca de control 60 ajustada a un extremo de la palanca de control 60, y la unidad 42 de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones prevista en el extremo opuesto de la palanca de control 60. Hay un punto de pivote 64 alrededor del cual puede ser hecha pivotar la palanca de control 60. Es decir la palanca de control 60 está montada de forma pivotante alrededor del punto de pivote 64 de tal manera que puede moverse en al menos una de entre una primera dirección y una segunda dirección, formando la segunda dirección
10 ángulo recto con la primera dirección. La primera dirección puede ser una dirección "x" como se ha mostrado en la fig. 6, o puede ser una dirección "y" que están efectivamente dentro y fuera de la página como se ha mostrado en la fig. 6, y representadas como un punto. De este modo, en uso, la palanca de control puede controlar una aeronave en las direcciones de cabeceo y balanceo.

15 La unidad 42 de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones puede tener cualquier forma apropiada. Como se ha mostrado en la fig. 3, la unidad 42 tiene una forma irregular. Sin embargo, la unidad 42 también puede estar provista de una sección transversal poligonal, como se ha mostrado en la fig. 4 más adelante.

El alojamiento 44 puede ser fabricado a partir de cualquier material apropiado, pero es fabricado preferiblemente a partir de acero inoxidable o de una aleación de Tungsteno.

20 La fig. 6 muestra la palanca de control y la unidad 42 de equilibrado en funcionamiento. Las líneas negras continuas definen la estructura del dispositivo, y las líneas de puntos indican las posiciones que el conjunto de palanca de control puede ocupar durante la operación. Es decir, que las líneas de puntos indican una vibración, que puede ser de izquierda a derecha como se ha mostrado por la flecha "A", o puede ser hacia arriba y hacia abajo como se ha mostrado en la figura como se ha indicado por la flecha "B", o puede ser de lado a lado como se ha mostrado por la flecha "x" y el punto "y", que indica la dirección en ángulo recto a la dirección como se ha indicado por la flecha "x".

25 Esto se ha mostrado con más detalle en la fig. 7 y en la fig. 8, que muestran el contorno exterior de la unidad 42 de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones. Esto también se aplica a la unidad 42' de equilibrado de disposición alternativa mostrada en la fig. 5. La línea de puntos mostrada en la fig. 7 muestra las diferentes posiciones a través de las cuales la unidad de equilibrado puede girar en las direcciones "x" e "y". En la fig. 8 la unidad 42 de equilibrado se ha mostrado con líneas de puntos que indican la posición arriba y abajo (flecha "B") e izquierda y derecha (flecha "A") que la unidad 42 de equilibrado puede ocupar mientras vibra.
30

La fig. 4 muestra una vista en sección transversal que revela el interior de la unidad 42 de equilibrado cuando vibra como en las figs. 6, 7, 8. Las masas 52 de amortiguación de vibraciones se han mostrado vibrando hacia arriba y hacia abajo, a la izquierda y a la derecha y giratoriamente en las direcciones "x" e "y". La línea de puntos que rodea las líneas continuas de las masas 52 de amortiguación de vibraciones indica la vibración que es experimentada por las masas 52 de
35 amortiguación de vibraciones.

La unidad 42' alternativa con divisiones internas 54, muestra cómo los elementos 52 de amortiguación de vibraciones pueden estar dispuestos y vibrar en tal ejemplo de la presente descripción.

40 Las múltiples masas 52 son libres de moverse en los tres ejes bajo el efecto de vibración, y por tanto proporcionan amortiguación a las vibraciones en los tres ejes. Esto crea un elemento de amortiguación no lineal. Cuando son hechas vibrar, las masas 52 discretas son libres de reaccionar de una forma "aleatoria" y actuar para amortiguar la magnitud de la resonancia inducida por la frecuencia de entrada. Esta reducción tiene un impacto beneficioso significativo en el factor de amplificación de amplitud de vibración que es aplicada al mecanismo.

La unidad 42 de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones también actuará para equilibrar la masa de la palanca 60 de una manera convencional.

45 Por tanto se ha proporcionado un sistema en el que el equilibrio de masa y la amortiguación de vibraciones de la palanca de control 60 es conseguido en múltiples ejes, por ejemplo dos o más ejes. Por tanto la vibración inducida desde cualquier dirección será amortiguada por un dispositivo de acuerdo con la presente invención.

La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones de la presente descripción tiene una eficacia particular cuando es incorporada en un aparato de dispositivo de control para una aeronave.

50 El diseño de la presente solicitud puede ser aplicado a todos los diseños de dispositivo de control en que se requiere un equilibrado, y puede ser aplicado para su actualización a las palancas de control existentes. La reducción resultante en respuesta a la vibración de la disposición de la presente exposición tiene un efecto significativo y beneficioso en la vida a la fatiga de los componentes, el desgaste de los cojinetes y la carga de la caja de engranajes. Esta invención puede ser aplicada a todos los diseños de dispositivo de control donde se requiere un equilibrado.

Todas las características expuestas en esta memoria descriptiva (incluyendo cualesquiera reivindicaciones, y dibujos adjuntos), y/o todas las operaciones de cualquier método o proceso así descrito, pueden ser combinadas en cualquier combinación, excepto combinaciones donde al menos algunas de tales características y/u operaciones son mutuamente excluyentes.

- 5 Cada característica descrita en esta memoria descriptiva (incluyendo cualesquiera reivindicaciones, resumen y dibujos adjuntos) puede ser reemplazada por características alternativas que sirven al mismo propósito, equivalente o similar, a menos que se haya indicado expresamente lo contrario. Así, a menos que se haya indicado expresamente lo contrario, cada característica descrita es un ejemplo solo de una serie genérica de características equivalentes o similares.

La invención está definida por las características de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones para un aparato de dispositivo de control, contrarrestando dicha unidad la palanca de mando de dicho aparato que constituye una palanca de mando y comprendiendo:
 - 5 una pared que define una cavidad; y
 - una pluralidad de masas de amortiguación de vibraciones alojadas dentro de la cavidad,
 - en donde la cavidad está configurada de tal manera que las masas de amortiguación de vibración se pueden mover libremente en cualquier dirección con relación a la pared de la cavidad y entre sí.
- 10 2. La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones según la reivindicación 1, en la que las masas de amortiguación de vibraciones son sustancialmente esféricas.
3. La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que las masas de amortiguación de vibración comprenden un metal que tiene una densidad de al menos 15 g/cm³.
4. La unidad de equilibrado de amortiguación de vibración según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que las masas de amortiguación de vibración tienen una dureza Vickers de al menos 2600 MPa.
- 15 5. La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que las masas de amortiguación de vibración comprenden sustancialmente una aleación de tungsteno.
6. La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que las masas de amortiguación de vibraciones tienen un diámetro de al menos 2,0 mm pero no mayor de aproximadamente 5,0 mm.
- 20 7. La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el diámetro de las masas de amortiguación de vibraciones es una función de: la masa de equilibrado total requerida; la densidad de material de las masas de vibración; la envolvente de unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones máximas permisibles; y el volumen de espacio libre deseado en la cavidad.
- 25 8. La unidad de equilibrado de amortiguación de vibración según la reivindicación 7, en la que el volumen de espacio libre en la cavidad es al menos el 15% del volumen de la cavidad.
9. La unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende solo una cavidad que aloja las masas de amortiguación de vibración.
- 30 10. La unidad de equilibrado de amortiguación de vibración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la cavidad está definida adicionalmente por al menos una pared divisoria interna para definir al menos una cavidad adicional para alojar las masas de amortiguación de vibración.
11. Una palanca de control para un aparato de dispositivo de control, provisto de una unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 35 12. La palanca de control según la reivindicación 11, en la que la unidad de equilibrado mediante amortiguación de las vibraciones está fijada de manera extraíble a la palanca de control.
13. Un aparato de dispositivo de control que comprende una palanca de control según la reivindicación 11 o la reivindicación 12.
- 40 14. El aparato de dispositivo de control según la reivindicación 13, en el que la palanca de control está montada de forma pivotante de tal manera que se puede mover en al menos una de entre una primera dirección y una segunda dirección, formando la segunda dirección ángulo recto con la primera dirección.

Fig. 1

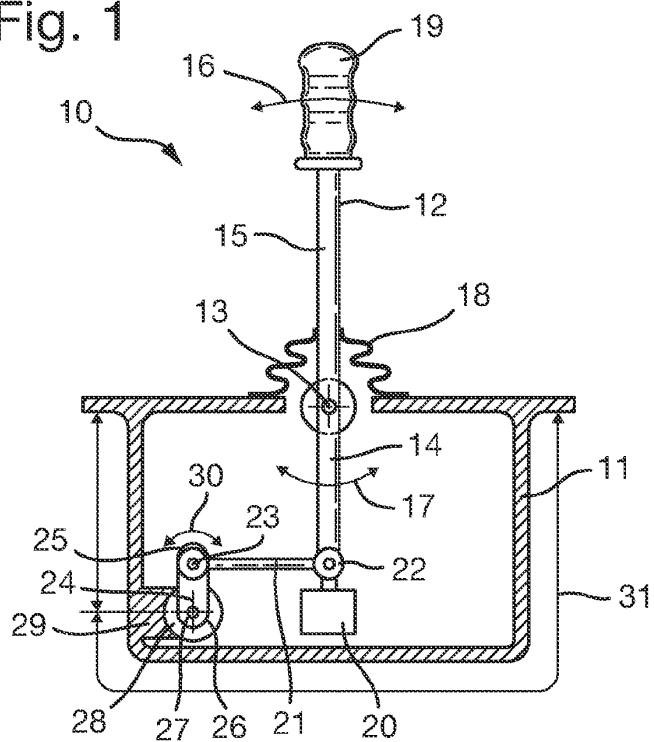


Fig. 2

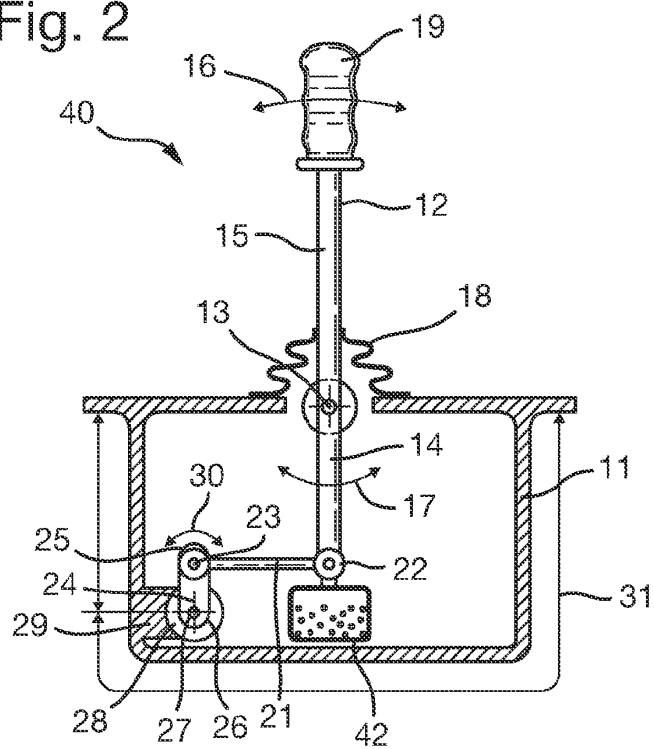


Fig. 3

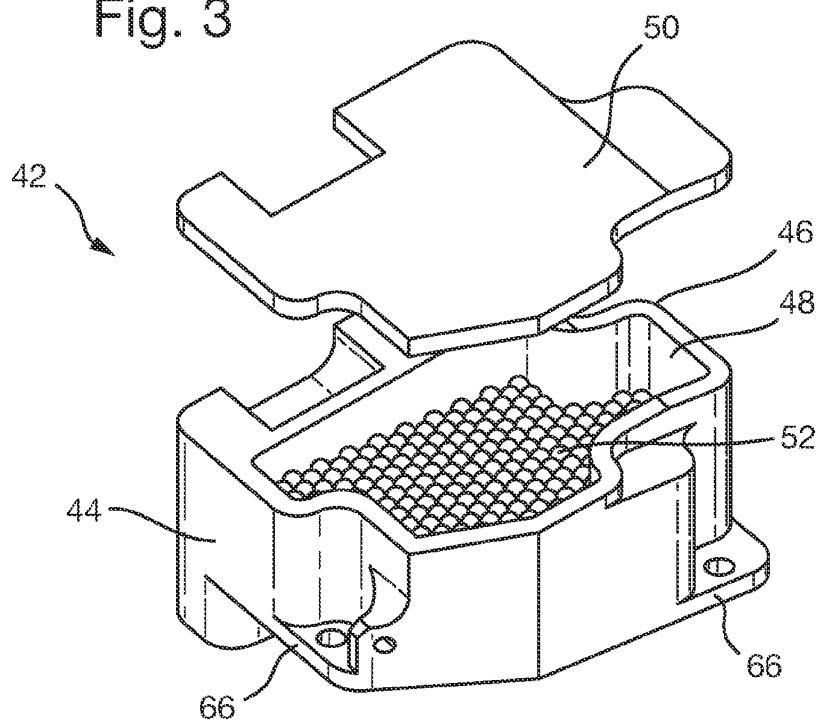


Fig. 6

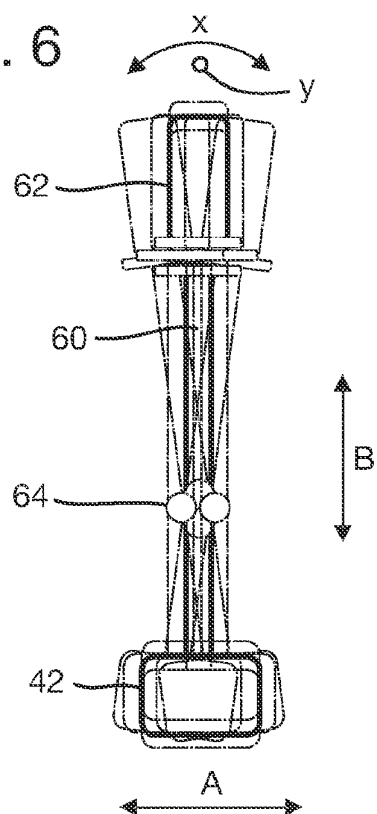


Fig. 4

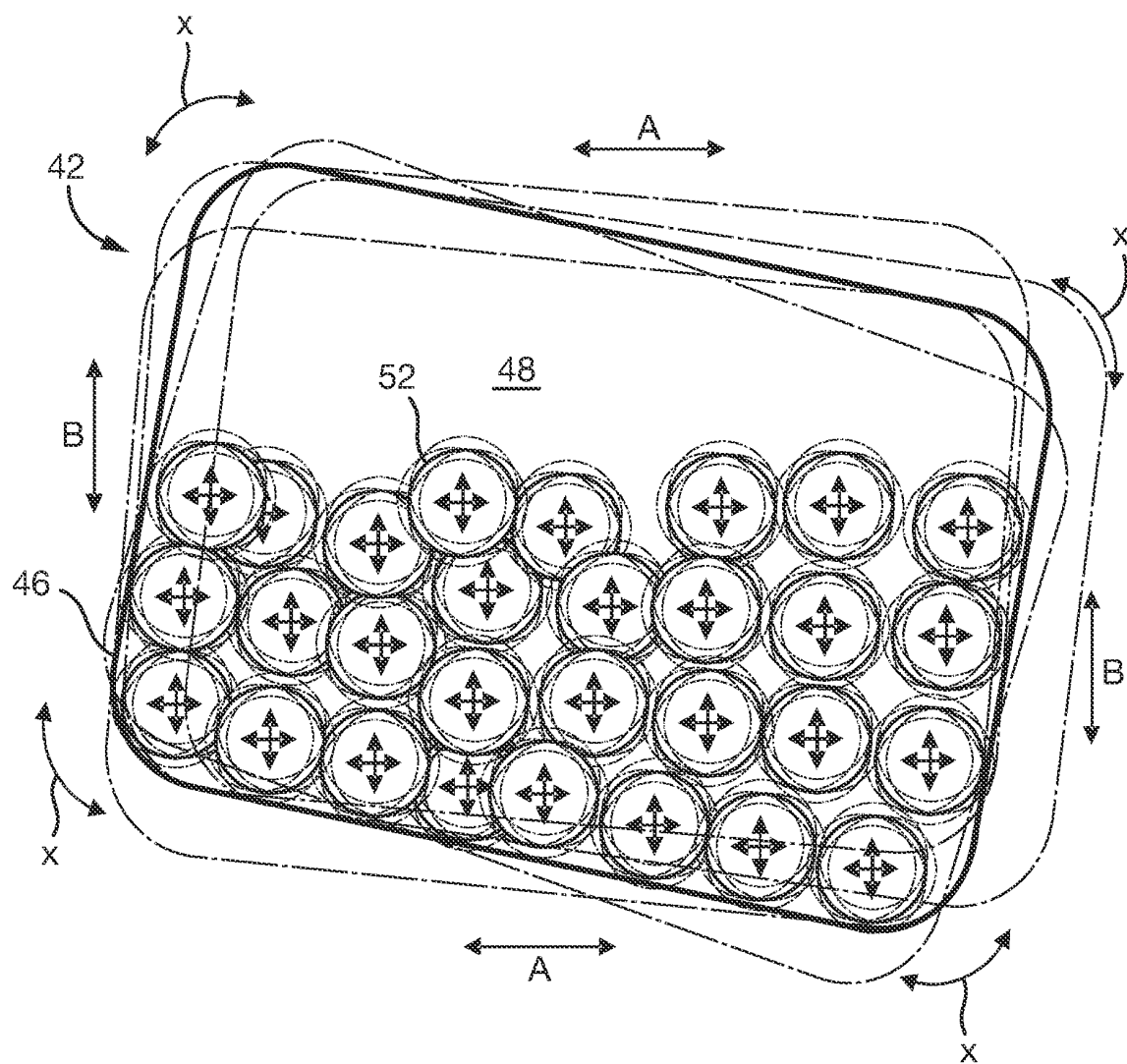


Fig. 5

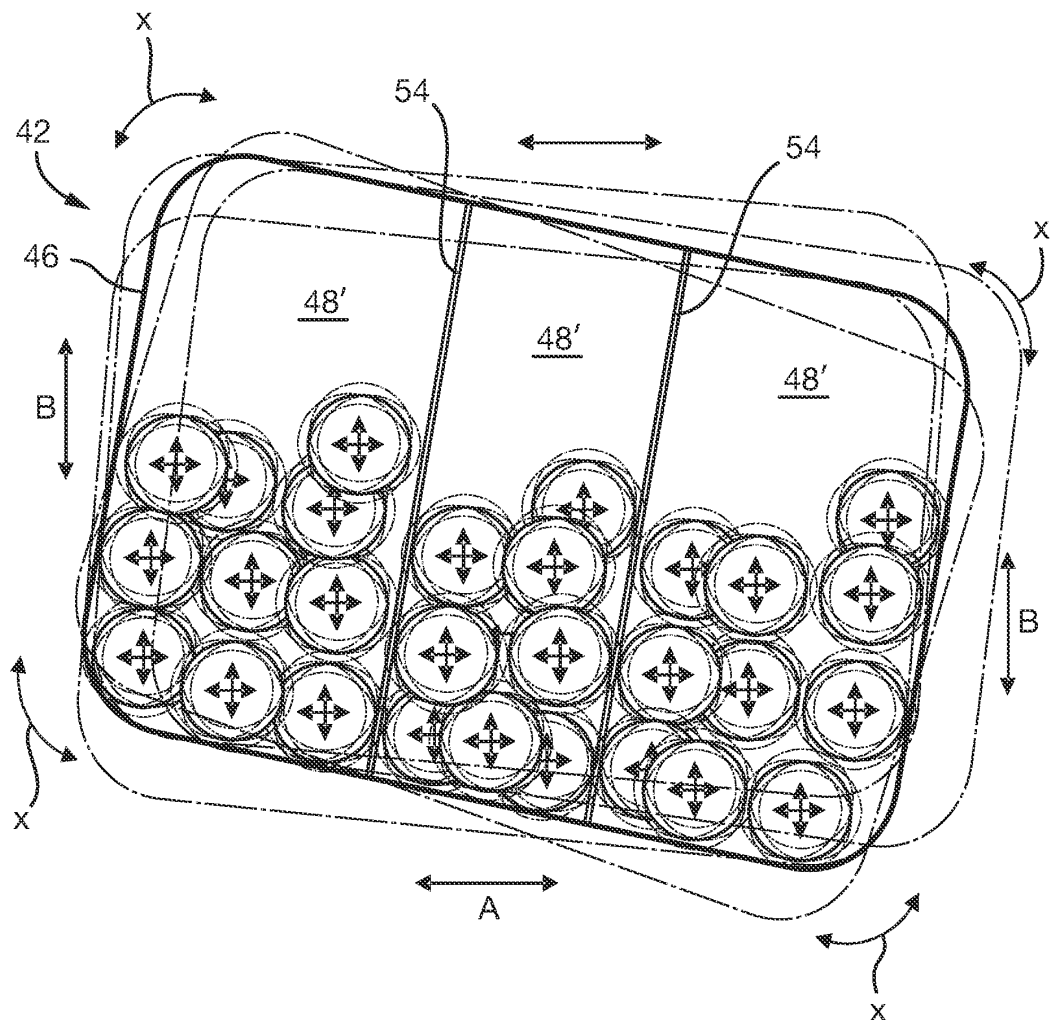


Fig. 7

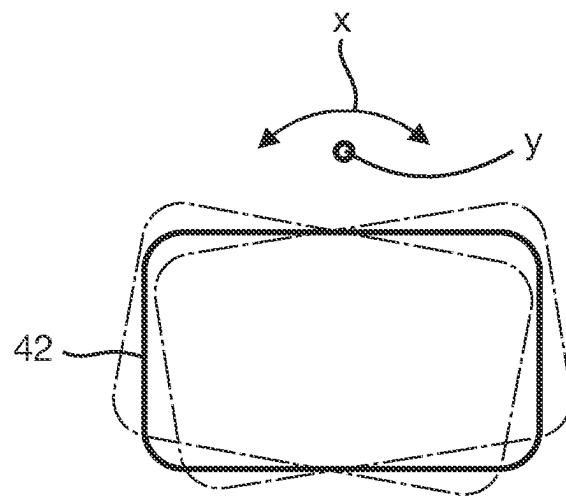


Fig. 8

