

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 572**

51 Int. Cl.:

B23Q 1/03 (2006.01)

B23Q 5/26 (2006.01)

B25B 5/06 (2006.01)

B23Q 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2018** **E 18382965 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3670068**

54 Título: **Sistema de apoyo de piezas de trabajo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.10.2023

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH &
INNOVATION (100.0%)
Parque Científico y Tecnológico de Gipuzkoa,
Mikeletegi Pasealekua, 2
20009 San Sebastián, Gipuzkoa, ES**

72 Inventor/es:

**RUBIO MATEOS, ANTONIO;
RIVERO RASTRERO, ASUN y
APAOLAZA ARROYO, ARANTXA**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 950 572 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

Sistema de apoyo de piezas de trabajo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de apoyo de piezas de trabajo que está configurado para permitir la adaptación del sistema a diferentes tipos de piezas de trabajo, en concreto, piezas de trabajo especialmente grandes con diferentes curvaturas.

10 Estado de la técnica

Mecanizar piezas de trabajo implica apoyar las piezas de trabajo en relación con una o más herramientas, por ejemplo, para evitar el movimiento relativo no deseado entre la pieza de trabajo y la herramienta durante el mecanizado. Hay que hacer frente a dificultades especiales cuando, por ejemplo, las piezas de trabajo son grandes y presentan formas curvas. Puede ser necesario proporcionar apoyo a la pieza de trabajo en un gran número de posiciones a lo largo y a través de la pieza de trabajo o de forma continua a lo largo de una gran área de la pieza de trabajo, y este apoyo debe ser tal que no provoque daños en la pieza de trabajo, a pesar de las fuerzas, a menudo grandes, que se ejercen sobre la pieza de trabajo durante el mecanizado. Ejemplos de tales piezas de trabajo son los componentes de fuselaje de aviones que suelen ser relativamente grandes y finos.

En la técnica ya se sabe apoyar este tipo de piezas de trabajo sobre una matriz bidimensional de elementos de apoyo, a veces a través de algún tipo de cubierta flexible que se apoya en los elementos de apoyo y sobre la cual puede reposar la pieza de trabajo, evitando así el contacto directo con los elementos de apoyo individuales y distribuyendo la carga sobre un área más grande. La cubierta flexible es generalmente algún tipo de placa o similar y generalmente presenta una cierta rigidez y, por lo tanto, a menudo se la denomina "semiflexible" en la técnica. Este tipo de sistemas de apoyo son conocidos gracias a, por ejemplo, los documentos ES-2258893-A1, ES-2354793-A1 y WO-2017/203067-A1. Por ejemplo, el documento WO-2017/203067-A1 divulga un sistema en el que la curvatura de la cubierta se puede adaptar modificando la altura de los elementos de apoyo individuales y la inclinación de sus porciones de extremo, permitiendo así la adaptación de la curvatura del apoyo a la curvatura de la pieza de trabajo, tal como la curva de una porción del componente del fuselaje de un avión o similar. En el documento WO-A-2017/203067-A1 se explica cómo la adaptación de la posición de los elementos de apoyo la puede realizar el cabezal de la máquina que se utiliza para mecanizar la pieza de trabajo, haciendo así un uso eficiente del equipo. Como se divulga en el documento WO-A-2017/203067-A1, esto requiere que se retire la cubierta flexible antes de adaptar la posición y orientación de los elementos de apoyo.

El documento CN-104192317-A divulga un sistema para apoyar piezas de trabajo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y se refiere a una plataforma de apoyo de ala de avión, pensada para ayudar a transportar aviones dañados o inmóviles en un aeropuerto. La plataforma comprende una pluralidad de plataformas de apoyo.

40 Descripción de la invención

Un primer aspecto de la invención se refiere a un sistema para apoyar piezas de trabajo, comprendiendo el sistema una base y una pluralidad de elementos de apoyo, comprendiendo cada elemento de apoyo una placa y medios para posicionar la placa respecto a la base. En al menos algunos de los elementos de apoyo, los medios para posicionar la placa comprenden al menos tres elementos extensibles de forma controlada, dispuestos para determinar la posición e inclinación de la placa respecto a la base, permitiendo así el posicionamiento controlado de la placa respecto a la base y la inclinación controlada de la placa.

El término "elemento extensible de forma controlada" abarca cualquier elemento que pueda extenderse y cuya extensión pueda controlarse para determinar la distancia entre dos porciones (como las porciones de extremo) del elemento extensible, permitiendo así que se determine la distancia entre dos artículos a los que está conectado el elemento extensible. El uso de tres elementos extensibles permite controlar la distancia entre tres puntos de la placa respecto a tres puntos de la base. De este modo, mediante el anclaje de cada uno de los elementos extensibles de forma controlada a la base y a la placa, la posición y la inclinación de la placa en el espacio pueden determinarse mediante la extensión seleccionada de los tres elementos extensibles de forma controlada. Por ejemplo, la inclinación de la placa en todos los planos verticales puede determinarse controlando la extensión de los elementos extensibles de forma controlada. En algunas realizaciones, solo se utilizan tres elementos extensibles de forma controlada, por ejemplo, para simplificar el control global de la operación y/o para minimizar los costes que suponen la fabricación y mantenimiento del sistema. A veces se prefiere minimizar el número de componentes activos y/o pasivos empleados. Sin embargo, en algunas realizaciones, se utiliza un mayor número de elementos extensibles de forma controlada, por ejemplo, para aumentar la rigidez y/o permitir que la placa adopte una mayor cantidad de posiciones e inclinaciones. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se utiliza una configuración de plataforma Gough-Stewart.

Una ventaja de este sistema es que hace posible, controlando la extensión de los elementos extensibles de forma controlada, adaptar la posición de la placa, como su altura sobre la base y su inclinación en diferentes planos. Esto no

es solo una ventaja frente a los sistemas como el del documento WO-2017/203067-A1, que aparentemente solo permite la rotación de las superficies de apoyo de acuerdo a un eje, sino que además permite que la adaptación de altura e inclinación se realice sin quitar la cubierta flexible que, en ocasiones, se utiliza para apoyar la pieza de trabajo: la extensión de los elementos extensibles de forma controlada se puede implementar sin necesidad de quitar dicha cubierta flexible.

El término "placa" debe interpretarse en sentido amplio y abarca cualquier tipo de elemento que proporcione una superficie de apoyo, por ejemplo, para apoyar la cubierta desde abajo, tal como por ejemplo una superficie de apoyo bidimensional sustancialmente plana. El término "placa" no debe interpretarse como una limitación en términos de grosor o forma, aunque a menudo se prefiere que la placa tenga una mayor longitud y anchura en el plano de la superficie de apoyo que su dimensión perpendicular a la superficie de apoyo.

En muchas realizaciones de la invención, la máquina está adaptada para mecanizar piezas de trabajo grandes y finas, es decir, piezas de trabajo que tienen un área relativamente grande, tal como un área mayor de 0,1, 1, 2, 3 o 4 m², y con un grosor relativamente reducido, tal como un grosor promedio inferior a 5, 3, 1 o 0,5 cm. En algunas realizaciones, las piezas de trabajo son piezas de trabajo para componentes de fuselaje de aviones.

Los elementos de apoyo pueden estar dispuestos sobre la base, formando una matriz de elementos de apoyo con filas y columnas, por ejemplo, una matriz que comprende 3, 4, 5 o más filas de elementos de apoyo, comprendiendo cada fila 3, 4, 5 o más elementos de apoyo.

De acuerdo con la invención, el sistema comprende además una cubierta flexible soportada por las placas, de modo que la forma de la cubierta está determinada, al menos en parte, por las posiciones y orientaciones de las placas. Se puede utilizar cualquier tipo de cubierta flexible, por ejemplo, el tipo de cubierta flexible (o "semiflexible") que se sugiere en documentos de la técnica anterior como ES-2258893-A1, ES-2354793-A1 y WO-2017/203067-A1.

De acuerdo con la invención, al menos algunos de los elementos de apoyo incluyen, en correspondencia con la placa, al menos un rodillo para acoplarlo a la cubierta flexible, siendo el rodillo capaz de rotar alrededor de al menos un eje. En algunas realizaciones de la invención, el rodillo es capaz de rotar alrededor de al menos dos ejes. Como no es necesario quitar la cubierta para modificar la configuración de la cubierta desplazando las placas flexibles y haciéndolas pivotar de conformidad con uno o más ejes mediante el cambio selectivo de la extensión de los elementos extensibles de forma controlada, la cubierta está preferentemente acoplada a las placas, directa o indirectamente, de una manera que permita un cierto grado de movimiento y, especialmente, de rotación, pivotamiento o cambio de ángulo entre la cubierta y la placa. Esto se implementa preferentemente mediante el uso de al menos un rodillo adaptado para acoplarse a la cubierta y capaz de tener un cierto grado de rotación con respecto a la placa, de acuerdo con uno, dos o más ejes.

En algunas realizaciones de la invención, el rodillo es capaz de girar alrededor de al menos un eje paralelo a la superficie superior de la placa, y alrededor de un eje perpendicular a la superficie superior de la placa. De este modo, la orientación de la placa en el espacio, incluyendo su inclinación en diferentes planos, se puede adaptar mientras permanece conectada a la cubierta, sin inducir tensiones sustanciales en la cubierta. Como se explica más adelante, la cubierta, a pesar de ser flexible, presenta una rigidez sustancial (por lo que se suele utilizar en la técnica el término "semiflexible"), y la intervención de un rodillo giratorio entre placa y cubierta es útil para permitir la reorientación de las placas y de la cubierta sin quitar previamente la cubierta de las placas.

En algunas realizaciones de la invención, el rodillo está configurado para acoplarse a la cubierta a través de unos medios magnéticos, adhesivo, velcro o vacío. Se pueden emplear estos o cualquier otro medio de acoplamiento adecuado. El cierre por contacto (Velcro®) es una opción sencilla, pero, en muchas realizaciones, se prefieren otras opciones, ya que pueden reducir la cantidad de trabajo manual necesario para quitar y reemplazar la cubierta, por ejemplo, como parte de las operaciones de instalación o mantenimiento.

En algunas realizaciones de la invención, al menos algunos de los elementos de apoyo incluyen medios para bloquear la rotación del rodillo. Estos medios sirven para fijar o fijar sustancialmente la orientación de la cubierta con relación a la placa, es decir, básicamente, para reducir la movilidad de la cubierta una vez que ha adoptado una posición seleccionada determinada por la posición y orientación de las placas. Estos medios de bloqueo de la rotación pueden comprender, por ejemplo, elementos que funcionan de forma eléctrica, magnética, neumática y/o hidráulica, por ejemplo, un elemento expansible que hace contacto contra una porción de un rodillo, tal como contra una porción del rodillo que presenta una sección transversal plana o no circular, impidiendo así que el rodillo rote.

En algunas realizaciones de la invención, el rodillo tiene una forma sustancialmente esférica o cilíndrica. La referencia a una forma cilíndrica se aplica al menos a una parte del rodillo y no excluye que otras partes del rodillo puedan tener formas diferentes. En otras realizaciones, el rodillo puede tener otras formas, tal como una forma esférica.

En algunas realizaciones de la invención, al menos algunos de los elementos extensibles de forma controlada comprenden actuadores. Es decir, la extensión de cada elemento extensible de forma controlada se determina haciendo funcionar el actuador para aumentar y disminuir selectivamente la longitud de los elementos extensibles de

forma controlada. Los actuadores pueden ser, por ejemplo, actuadores accionados de forma eléctrica, neumática o hidráulica, y su funcionamiento se puede controlar desde una unidad de control que forme parte del sistema. Es decir, los elementos extensibles de forma controlada pueden considerarse tres patas que soportan la placa en el espacio y cuya longitud se controla activamente haciendo funcionar el actuador respectivo.

En algunas realizaciones de la invención, al menos algunos de los elementos de apoyo comprenden elementos pasivos extensibles de forma controlada, y los elementos de apoyo con elementos pasivos extensibles de forma controlada comprenden adicionalmente un elemento de accionamiento para alejar la placa de la base, por lo que los elementos extensibles de forma controlada están configurados para extenderse cada uno mientras la placa se aleja de la base, hasta llegar a una extensión preseleccionada, por lo que se impide una mayor extensión del elemento extensible de forma controlada cuando se alcanza su extensión preseleccionada. Es decir, el elemento de accionamiento, por ejemplo, el elemento de accionamiento, accionado de forma eléctrica, neumática o hidráulica, acciona la placa de la base, y la posición final y la inclinación de la placa en el espacio están determinadas por la extensión preseleccionada de cada elemento extensible de forma controlada. Es decir, los elementos extensibles de forma controlada pueden considerarse tres patas donde se apoya la placa en el espacio y cuya longitud aumenta (o disminuye, cuando funciona en la dirección inversa), accionando la placa con el elemento de accionamiento. En algunas realizaciones de la invención, el elemento de accionamiento comprende al menos un elemento hinchable. Se puede utilizar cualquier tipo de elemento hinchable, por ejemplo, un elemento hinchable que comprende una o más partes para desplazar la placa y una o más partes para bloquear el rodillo.

En algunas realizaciones de la invención, los elementos extensibles de forma controlada están acoplados a la placa respectiva mediante rótulas. Las rótulas permiten la rotación libre de los elementos extensibles de forma controlada respecto a la base y la placa, por lo que la mera adaptación de la extensión de cada elemento extensible de forma controlada determina la posición y orientación exactas de la placa en el espacio por encima de la base.

En algunas realizaciones de la invención, al menos dos de las rótulas están dispuestas para permitir un movimiento de traslación (tal como lineal) de las mismas, es decir, de toda la rótula o, al menos, de su bola, respecto a la placa, de modo que la distancia entre las rótulas o, al menos, entre las respectivas bolas de las rótulas puede cambiar como consecuencia de la extensión y retracción de los elementos extensibles de forma controlada. Ya que uno o más de los elementos extensibles de forma controlada pueden extender más de uno o más de los otros elementos extensibles de forma controlada, puede ser necesario permitir la adaptación correspondiente de la posición de las respectivas rótulas o bolas con respecto a la placa, tal como la distancia de la rótula a un centro de la placa o a otro punto de referencia en la placa. Esto se puede conseguir, por ejemplo, permitiendo un movimiento de traslación (tal como un movimiento lineal) de la bola de la rótula o de toda la rótula, por ejemplo, un movimiento de acuerdo con uno o más carriles sobre o en la placa. En algunas realizaciones, al menos una de las rótulas está provista de un grado de libertad angular adicional, por ejemplo, al permitir que el carril pivote hacia adentro, por ejemplo, un plano paralelo a una superficie de la placa. En otras realizaciones, puede preferirse una plataforma Gough-Stewart u otra configuración para permitir que la placa adopte múltiples posiciones verticales y angulares. Por ejemplo, el diseño de Gough-Stewart siempre mantiene el centro de la placa situado simétricamente con respecto a los puntos de apoyo, proporcionando así una gran rigidez. Sin embargo, a menudo se prefiere minimizar los costes de fabricación y mantenimiento y, por lo tanto, se suele preferir el empleo de un número limitado de elementos extensibles de forma controlada, tal como solo tres elementos extensibles de forma controlada.

En algunas realizaciones de la invención, la cubierta comprende una capa de material elastomérico, y la cubierta comprende adicionalmente una pluralidad de elementos rigidizadores de un material que tenga una mayor rigidez que el material de la capa. Los elementos rigidizadores están dispuestos de modo que puedan desplazarse axialmente con respecto a la capa. El uso de un material elastomérico flexible permite adaptar la forma de la capa también a geometrías relativamente complejas, sin ninguna creación de pliegues o arrugas, etc., o al menos sin la creación excesiva de arrugas o pliegues no deseados. Este tipo de materiales también permiten establecer zonas con condiciones de vacío que ayudan a mantener la pieza de trabajo fija en su posición, es decir, fijada por el vacío creado en correspondencia con partes de la cubierta. De igual manera, el material elastomérico flexible absorbe las vibraciones que se producen durante el mecanizado de la pieza de trabajo. En este momento, la flexibilidad necesaria para permitir que la cubierta se adapte a diferentes configuraciones a veces entra en conflicto con la necesidad de, por ejemplo, una cierta distancia entre las placas de los elementos de apoyo, y con otros aspectos de la máquina que requieren un cierto mínimo de rigidez de la cubierta. Esto se puede resolver, al menos en parte, añadiendo elementos como filamentos, varillas, cintas o tiras que presenten una mayor rigidez y que se extiendan por canales dentro de la capa de material flexible. Estos filamentos son móviles axialmente con respecto a la capa de material elastomérico. De este modo, los cambios en la curvatura de la cubierta no requieren el alargamiento axial de los elementos rigidizadores. En muchas realizaciones, el material de los elementos rigidizadores tiene un límite elástico que es inferior al límite elástico del material elastomérico de la capa, pero que es lo suficientemente alto para evitar la deformación plástica cuando cambia la curvatura de la cubierta. Los elementos rigidizadores pueden extenderse en cualquier dirección, tal como, por ejemplo, en ángulo entre sí, formando una estructura similar a una red. El uso de este tipo de elementos rigidizadores permite utilizar una amplia gama de materiales para la capa de material elastomérico, al mismo tiempo que consigue suficiente rigidez general.

En algunas realizaciones de la invención, al menos algunos de los elementos rigidizadores comprenden un núcleo de

un material que tiene mayor rigidez que el material elastomérico, estando rodeado el núcleo por al menos una capa de un material que tiene una rigidez menor que el material del núcleo, pero una rigidez mayor que el material elastomérico. Se ha determinado que esto puede servir para prevenir o reducir el riesgo de deformaciones no deseadas debido a la diferencia entre la rigidez del núcleo y la rigidez del material elastomérico.

En algunas realizaciones de la invención, la cubierta comprende agujeros pasantes. Se ha descubierto que los agujeros pasantes pueden ayudar a evitar la aparición de pliegues o arrugas cuando se adapta la curvatura. La pérdida de rigidez total producida por los agujeros pasantes puede compensarse, total o parcialmente, con la presencia de los elementos rigidizadores.

En algunas realizaciones de la invención, el material elastomérico se elige para cumplir uno o más de los siguientes requisitos:

- una resistencia a la deformación un 10 % superior a 0,005 N/mm²
- una dureza superior a 25 Shore A
- un factor de pérdida (amortiguación mecánica) superior a 0,01 (DIN 53513)
- un módulo de Young superior a 0,1 MPa
- una resistencia máxima a la tracción superior a 0,001 MPa

Adicionalmente, en algunas realizaciones, el material presenta preferentemente una baja porosidad para facilitar la adherencia por vacío de la cubierta a la pieza de trabajo, es decir, por succión/presión negativa.

El sistema puede incluir una unidad de control central para controlar el desplazamiento y la reorientación de las placas mediante la extensión/retracción controlada de los elementos extensibles de forma controlada, el bloqueo y liberación de los rodillos, etc. En algunas realizaciones, el sistema incluye un subsistema de visión electrónica configurado, por ejemplo, para verificar la configuración de la cubierta y/o las posiciones de los elementos extensibles de forma controlada y/o las placas, y para adaptar la posición de las placas hasta lograr la configuración deseada, por ejemplo, en función de la curvatura o curvaturas reales que presenta la cubierta flexible.

El sistema se puede utilizar para cualquier tipo apropiado de operaciones de mecanizado, incluido el fresado, biselado, perforado, taladrado, etc. En algunas realizaciones, el sistema también se puede emplear para medir piezas de trabajo, por ejemplo, reemplazando los rodillos de las placas por dispositivos para medir grosores, tales como sensores DCUT. En este tipo de configuración, puede que el sistema no incluya la cubierta flexible, de modo que la pieza de trabajo u objeto sobre el que se van a realizar las mediciones pueda colocarse directamente sobre los rodillos de uno o más sensores DCUT o similares, para medir características del objeto, como su grosor.

Obviamente, también se pueden incorporar otros sensores en la estructura, por ejemplo, con el fin de verificar el estado del sistema, de la pieza de trabajo y/o del proceso. La retroalimentación de los sensores se puede utilizar para influir en el funcionamiento del sistema, incluyendo el posicionamiento de las placas y el funcionamiento de las herramientas de mecanizado. Por ejemplo, se pueden incorporar sensores de presión en la cubierta para verificar que el contacto con la pieza de trabajo sea el adecuado, y/o para detectar la presencia de virutas u otros objetos entre la pieza de trabajo y la cubierta, etc.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método para modificar la forma tridimensional de la cubierta de un sistema como el descrito con anterioridad, que comprende las etapas de:

- modificar la posición e inclinación de una pluralidad de placas mediante la extensión y/o retracción selectiva de los tres elementos extensibles de forma controlada, al tiempo que se permite que los rodillos roten;
- posteriormente, bloquear los rodillos para evitar que roten.

Por ejemplo, la modificación o adaptación de la posición e inclinación de las placas puede realizarse secuencialmente, desplazando y reorientando una placa tras otra hasta que toda la matriz o grupo similar de placas haya adoptado su nueva configuración, mientras permite que los rodillos roten de acuerdo con sus grados de libertad, por ejemplo, rotando en el plano de las placas y/o alrededor de sus ejes, o de cualquier otra forma. Una vez que todas las placas han llegado a su posición final, la rotación se puede evitar bloqueando los rodillos, mejorando así la rigidez del sistema.

Breve descripción de los dibujos

Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman una parte integral de la descripción e ilustran algunas realizaciones de la invención, lo que no debería interpretarse como una limitación del alcance de la invención, sino tan solo como ejemplos de cómo se puede llevar a cabo la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

las figuras 1A-1C son vistas en perspectiva esquemáticas de una matriz de elementos de apoyo de conformidad con una realización de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de un elemento de apoyo de conformidad con una realización

de la invención.

La figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de un elemento de apoyo de conformidad con una realización de la invención, que emplea elementos pasivos extensibles de forma controlada.

Las figuras 4A-4C ilustran esquemáticamente un proceso de cambio de orientación y posición de la placa de un elemento de apoyo con elementos pasivos extensibles de forma controlada.

Las figuras 5A y 5B ilustran esquemáticamente cómo los rodillos de un elemento de apoyo pueden disponerse para rotar alrededor de dos ejes diferentes, de acuerdo con una realización de la invención.

Las figuras 6A y 6B ilustran esquemáticamente el concepto de elevación de la placa seguido del bloqueo del rodillo de un elemento de apoyo, de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 7 es una vista en perspectiva esquemática de una placa y rodillo de conformidad con otra realización de la invención.

La figura 8 ilustra esquemáticamente un rodillo de un elemento de apoyo de conformidad con una posible realización de la invención.

La figura 9 es una sección transversal esquemática de la cubierta flexible de conformidad con una realización de la invención.

Las figuras 10A y 10B son vistas en perspectiva esquemáticas de parte de una cubierta de acuerdo con una realización de la invención.

Las figuras 11A y 11B ilustran esquemáticamente un detalle de una sección transversal de la cubierta de conformidad con dos realizaciones alternativas de la invención.

Las figuras 12A-12C ilustran esquemáticamente la disposición de tres rótulas respecto a la placa, de conformidad con una posible realización de la invención.

Las figuras 13A-13C ilustran esquemáticamente el movimiento de las rótulas de la realización de las figuras 12A-12C, que sigue una posible modificación de la extensión de los elementos extensibles de forma controlada correspondientes durante el funcionamiento del sistema.

Descripción de un modo para poner en práctica la invención

Las figuras 1A-1C ilustran esquemáticamente una matriz de elementos de apoyo de un sistema de conformidad con una realización de la invención. En estas figuras esquemáticas, solo se muestran las placas 11, los rodillos 12 y la base 1000. En la figura 1A, las placas 11 están dispuestas coplanarias con la base 1000. En la figura 1B, las placas 11 en dos de las tres filas de placas están inclinadas y elevadas con respecto a la base, siendo la altura sobre la base y la inclinación con respecto a la base mayores en la última fila que en la del medio. En la figura 1C, se ha establecido una configuración diferente de las placas 11, estando inclinada la placa en una esquina de la matriz ilustrada de 3x3, mirando hacia el centro de la matriz. Como se entiende fácilmente, la cubierta flexible (no mostrada en las figuras 1A-1C) soportada por las placas adoptará diferentes configuraciones y curvaturas dependiendo de las alturas y orientaciones de las placas. Por ejemplo, las posiciones y orientaciones de las placas 11 en la figura 1A proporcionarán una configuración plana de la cubierta, mientras que la configuración mostrada en la figura 1B proporcionará lo que puede considerarse una simple curvatura de la cubierta. La configuración mostrada en la figura 1C puede proporcionar lo que puede considerarse una doble curvatura de la cubierta apoyada por las placas. La cubierta está acoplada a los rodillos 12 y, como se puede entender fácilmente a partir de las figuras 1A-1C, la rotación de los rodillos 12 alrededor de sus ejes longitudinales y la rotación de los rodillos con respecto a un eje perpendicular a la placa (véase el cambio de posición de los rodillos entre las figuras 1B y 1C) permiten que esta reconfiguración de la cubierta se produzca sin que sea necesario quitar la cubierta de las placas.

La figura 2 ilustra esquemáticamente un elemento de apoyo 1 de conformidad con una realización de la invención. El elemento de apoyo comprende tres elementos extensibles de forma controlada 13 que soportan una placa 11 provista de un rodillo 12. Los elementos extensibles de forma controlada pueden ser elementos activos (como actuadores accionados de forma eléctrica, neumática o hidráulica) o elementos pasivos (como amortiguadores neumáticos o frenos que pueden bloquearse al llegar a una determinada posición, detectada por un sensor correspondiente). Cuando los elementos extensibles de forma controlada son pasivos, se necesita un medio de accionamiento adicional para accionar la placa hacia la posición deseada. Los elementos extensibles de forma controlada están acoplados a la base 1000 y a la placa 11. El acoplamiento a la placa se realiza, por ejemplo, mediante rótulas u otras articulaciones que permitan un cambio de ángulo entre la placa 11 y el respectivo elemento extensible de forma controlada 11. De este modo, dependiendo del grado de extensión de los tres elementos extensibles de forma controlada, la placa puede alcanzar cualquier altura y adoptar cualquier inclinación dentro de los límites de funcionamiento de los elementos extensibles de forma controlada, el cual está restringido por la amplitud de movimiento de cada elemento extensible de forma controlada individual y adicionalmente por el hecho de que los tres elementos extensibles de forma controlada están unidos a la placa. Específicamente, la placa se puede inclinar en varias direcciones, permitiendo así, por ejemplo, curvaturas dobles, como sugiere, por ejemplo, la figura 1C.

En la realización ilustrada, el rodillo 12 comprende una porción cilíndrica central y dos porciones no cilíndricas 12b que se pueden utilizar para bloquear la rotación del rodillo una vez establecida una nueva configuración del sistema, como se comentará con mayor detalle más adelante. Adicionalmente, en la figura 2 se ilustra esquemáticamente una cinta de velcro 12c provista para acoplar el rodillo a la cubierta flexible.

La figura 3 ilustra esquemáticamente un elemento de apoyo 1 que incluye una placa 10 que está posicionada con

respecto a una base 1000 gracias tres elementos extensibles de forma controlada 13, en este caso, resortes a gas bloqueables, por ejemplo, del tipo "Gas Top", que se puede obtener en VAPSINT®. Los resortes a gas 13 están acoplados a la placa mediante unas rótulas 13a ilustradas esquemáticamente. Cada elemento extensible de forma controlada está asociado a un sensor 13b que detecta la extensión del elemento extensible de forma controlada (resorte de gas) 13 y que activa el bloqueo del elemento extensible de forma controlada 13 una vez que alcanza una extensión predeterminada. En algunas realizaciones, en lugar de (o además de) este tipo de sensores, se pueden utilizar otros medios de detección, como por ejemplo un sistema de visión electrónico.

Adicionalmente, se proporciona un elemento de accionamiento neumático 14 para presionar la placa 11 hacia arriba, alejándola de la base 1000, hasta que alcanza una posición final determinada por la extensión alcanzada por los tres elementos extensibles de forma controlada 13. Como los elementos extensibles de forma controlada 13 pueden alcanzar diferentes extensiones, la placa 11 puede terminar con una inclinación seleccionada. Se proporcionan resortes de desviación 14a para tirar de la placa hacia su posición de inicio cuando el elemento de accionamiento neumático 14 se deshinchacha. Un rodillo 12 se ilustra esquemáticamente en correspondencia con la superficie superior de la placa 11. Se puede emplear cualquier tipo de elemento extensible de forma controlada, aunque la selección del elemento extensible de forma controlada debe tener en cuenta aspectos tales como la necesidad de soportar las fuerzas que ejercen sobre los elementos extensibles de forma controlada no solo la pieza de trabajo colocada en la cubierta, sino también las fuerzas ejercidas sobre la pieza de trabajo durante el mecanizado, tal como una acción de perforado, fresado, etc. Aunque la cubierta flexible colocada entre las placas y la pieza de trabajo puede absorber parte de tales fuerzas y vibraciones, a menudo se aplicarán fuerzas sustanciales en las placas 11.

Las figuras 4A-4C ilustran esquemáticamente cómo se mueve una placa 11 de un elemento de apoyo desde una posición baja, en la que es coplanaria con la base 1000 (figura 4A), hasta una posición más alta en la que está inclinada con respecto a la base 1000, debido a la expansión de un elemento de accionamiento neumático o hidráulico 14. La extensión del elemento extensible de forma controlada 13 a la derecha se bloquea antes de la extensión del elemento 13 extensible de forma controlada a la izquierda, dejando así la placa inclinada hacia la derecha. En las figuras 4A-4C, la cubierta flexible 2 ilustrada esquemáticamente, sobre la que se pretende (no se ilustra) que descansa la pieza de trabajo (directa o indirectamente), está acoplada a la placa 11 a través de un rodillo 12. Se puede entender que la rotación del rodillo 12 alrededor de su eje permite la reorientación de la cubierta con respecto a la placa a medida que la placa se eleva e inclina, sin causar tensiones excesivas en la cubierta, permitiendo que la cubierta conserve una curvatura excelente. De esta forma, toda la reconfiguración de la superficie de apoyo representada por las placas y por la cubierta que descansa sobre las placas se puede conseguir sin necesidad de quitar o soltar la cubierta de las placas. Una vez que todos los elementos de apoyo 1 del sistema han llegado a su posición final, los rodillos se pueden bloquear para mejorar la rigidez del apoyo que proporciona la cubierta 2 a la pieza de trabajo y los elementos de apoyo 1 que apoyan la cubierta 2.

Las figuras 5A y 5B ilustran esquemáticamente cómo el rodillo puede rotar alrededor de dos ejes, es decir, un eje Y perpendicular a la superficie de la placa 11 (figura 5A) y un eje X que es paralelo a la superficie de la placa y corresponde al eje longitudinal del rodillo. Por ejemplo, el rodillo puede disponerse en un rebaje 11a de la placa (ilustrado esquemáticamente en la figura 5A) y comprende un eje que pasa a través de las porciones cilíndrica y no cilíndrica del rodillo, estando dispuesto este eje en una ranura o canal 11b (ilustrado esquemáticamente en la figura 5B) de manera que pueda rotar, al menos hasta cierto punto, en el plano de la placa. Como alternativa, por ejemplo, el rodillo se puede disponer con su eje rotatorio en una plataforma 12d ilustrada esquemáticamente en la figura 2, que se puede guiar de forma rotatoria por dentro de la ranura 11b de la placa. Puede emplearse cualquier otra configuración adecuada. La cubierta flexible 2 (ilustrada esquemáticamente en la figura 5B) está acoplada al rodillo, y el grado de libertad de dos ejes del rodillo 12 respecto a la placa 11 permite así la variación de la inclinación de la placa en diferentes direcciones, sin inducir tensiones excesivas en la cubierta, para que la cubierta pueda adoptar una ligera curvatura también donde esté conectada a las placas, al cambiar de una configuración del sistema a otra, adaptando la configuración que incluye las curvaturas de la cubierta.

Las figuras 6A y 6B muestran cómo se puede usar un elemento de accionamiento 14 para accionar primero la placa 11 hacia arriba desde la base 1000 y luego para bloquear el rodillo 12, por ejemplo, aplicando presión sobre una porción no cilíndrica del rodillo. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el elemento de accionamiento 14 hace tope contra un elemento 12e que evita el contacto entre el elemento de accionamiento y el rodillo durante una fase inicial de expansión del elemento de accionamiento (véase la figura 6A). Sin embargo, cuando los elementos extensibles de forma controlada 13 han alcanzado su extensión final, la expansión continua del elemento de accionamiento puede hacer que parte de él, o un elemento expandible separado, se ponga en contacto con el rodillo, por ejemplo, en correspondencia con sus extremos axiales, donde presenta una sección transversal no cilíndrica. Sin embargo, puede preverse cualquier otro medio adecuado para bloquear el rodillo. Cuando se utilizan elementos extensibles de forma controlada 13 activos, puede que no se necesite ningún elemento de accionamiento distinto para desplazar la placa y pueden necesitarse medios diferentes para bloquear el rodillo.

En lugar de un rodillo cilíndrico, en otras realizaciones de la invención se pueden utilizar otros tipos de rodillos, tal como un rodillo esférico 12, como se ilustra esquemáticamente en la figura 7, capaz de rotar en todas las direcciones.

En la realización de la figura 2, se emplea una cinta de velcro 12c para acoplar la cubierta flexible al rodillo. Sin

embargo, de conformidad con otras realizaciones, se puede utilizar cualquier otro medio de conexión adecuado. Por ejemplo, se pueden utilizar medios magnéticos para acoplar al rodillo una cubierta que comprenda elementos ferromagnéticos. En otras realizaciones, se puede usar un adhesivo. Otra de las muchas opciones disponibles es emplear medios de vacío para atraer la cubierta al rodillo. Por ejemplo, se puede utilizar un rodillo con perforaciones como el que se ilustra esquemáticamente en la figura 8.

Como se puede entender fácilmente a partir de, por ejemplo, las figuras 1A-1C, la adaptación de la configuración del sistema, incluida la forma adoptada por la cubierta, puede lograrse modificando la posición de las placas 11, por ejemplo, una después de otra, hasta que todas las placas hayan alcanzado su nueva posición. Como las placas están interconectadas por la cubierta conectada a sus rodillos, el movimiento de una placa influirá o puede influir en la posición de los rodillos en las placas adyacentes, que pueden rotar de conformidad con sus grados de libertad, por ejemplo, rotar alrededor de los ejes como se explica en relación con las figuras 5A y 5B. Cuando todas las placas hayan llegado a su posición final, los rodillos 12 de una o más placas, como los rodillos 12 de todas las placas, puede bloquearse para evitar una mayor rotación, mejorando así la rigidez del sistema. En algunas realizaciones, los rodillos pueden bloquearse en secuencia, uno después de otro.

Puede emplearse cualquier cubierta adecuada siempre que sea lo suficientemente flexible para adaptar su forma a las diferentes posiciones e inclinaciones de las placas, permitiendo la adaptación de la superficie de apoyo para la pieza de trabajo. En algunas realizaciones, en la cubierta se proporcionan aberturas o agujeros pasantes para facilitar su adaptación a curvaturas más o menos complejas, evitando la formación de pliegues o arrugas en la cubierta. En este momento, para mantener una rigidez adecuada, la cubierta puede incluir elementos rigidizantes adicionales, como tiras o varillas de un material con mayor rigidez que el material utilizado para la mayor parte de la cubierta.

La figura 9 ilustra esquemáticamente una realización de este tipo de cubierta 2, que comprende una capa 21 de un material elastomérico acoplada a un rodillo 12 de un elemento de apoyo. Una pieza de trabajo 2000 ilustrada esquemáticamente se coloca sobre la capa 21, la cual está provista de canales 23 para retener la pieza de trabajo por el vacío producido por un equipo de vacío que no se muestra en la figura 9. Adicionalmente, las tiras rigidizadoras 22 se proporcionan en los canales 24 de la superficie inferior de la capa 21. Estas tiras sirven para mejorar la rigidez general de la cubierta, permitiendo así la suficiente flexibilidad y elasticidad para que la cubierta pueda adoptar diferentes formas curvas determinadas por las posiciones y orientaciones de las placas de los elementos de apoyo, garantizando al mismo tiempo la rigidez suficiente, por ejemplo, para permitir un espacio sustancial entre los elementos de apoyo. En algunas realizaciones, la distancia entre las placas de apoyo adyacentes 11 puede ser superior a 1 cm, tal como de más de 20 cm.

Las figuras 10A y 10B ilustran esquemáticamente una cubierta de acuerdo con una realización de la invención, o parte de la misma. Una capa de material elastomérico 21 se rigidiza por la presencia de una pluralidad de varillas rigidizadoras 22 que presentan una mayor rigidez que el material de la capa 21. La capa 21 incluye una pluralidad de agujeros pasantes o aberturas 25 que facilitan la adaptación de la forma curva de la capa 21 sin generar pliegues o arrugas sustanciales no deseadas en la capa 21.

La figura 11A ilustra esquemáticamente una sección transversal de la cubierta de conformidad con una realización de la invención, en la que la varilla rigidizadora 22 está compuesta por un único material de gran rigidez. Donde la cubierta es curva, la gran diferencia de rigidez entre el elemento rigidizador 22 y el material elastomérico de la capa 21 puede dar lugar a una deformación no deseada de la capa 21, como se ilustra esquemáticamente en la figura 11A. La figura 11B muestra una realización alternativa en la que el elemento rigidizador 22 comprende un núcleo 22a de un material que tiene una gran rigidez, una primera capa 22b que rodea el núcleo y que es de un material que tiene una rigidez menor que el material del núcleo, y una segunda capa 22c que rodea la primera capa 22b y que es de un material que presenta una rigidez menor que el material de la primera capa 22b, pero una mayor rigidez que el material elastomérico de la capa 21 de la cubierta.

Las figuras 12A-12C ilustran esquemáticamente cómo se pueden disponer las tres rótulas 13 respecto a la placa, para permitir que la placa quede correctamente orientada no solo en lo que se refiere a su posición vertical, sino también en cuanto a su inclinación, mientras se mantienen orientados verticalmente los elementos extensibles de forma controlada. Esto se puede lograr de muchas maneras, pero una configuración simple y rentable, basada en el uso de solo tres elementos extensibles de forma controlada, emplea una bola 13a' (figura 12A) que está fija respecto a la placa (por ejemplo, en un elemento 13c' acoplado a la placa o formando parte de la placa), mientras que las otras dos bolas 13a" (figura 12B) y 13a"' (figura 12C) están dispuestas sobre o en algún tipo de carriles o elementos similares que permiten que la bola se mueva en traslación, tal como linealmente, respecto a la placa, por ejemplo, en una guía 13c" (figura 12B) y 13c"' (figura 12C) en la que se coloca la bola de la respectiva rótula. En el caso de la tercera bola 13a"', la posibilidad de rotación o pivotamiento del carril o guía 13c"' proporciona un grado de libertad adicional, como se ilustra esquemáticamente en la figura 12C.

Las figuras 13A-13C ilustran esquemáticamente la relación entre la extensión de los elementos extensibles de forma controlada y los grados de libertad de las rótulas, en un sistema como el previsto en las figuras 12A-12C. La figura 13A ilustra una posición inicial en la que todos los elementos extensibles de forma controlada 13', 13" y 13"' tienen la misma longitud. La figura 13B ilustra esquemáticamente los movimientos que se producen cuando el elemento

- extensible de forma controlada 13''' se extiende dos veces su longitud original, mientras que el elemento extensible de forma controlada 13" se extiende hasta 1,5 veces su longitud original, y mientras que el elemento extensible de forma controlada 13' permanece sin cambios. Esto produce la inclinación sustancial de la placa 11, que se permite gracias a un movimiento deslizante de las bolas 13a" y 13a''' a lo largo de sus carriles 13c" y 13c''', respectivamente, y por el
- 5 pivotamiento del carril 13c''' de una de estas bolas 13a''', hasta llegar a la posición final ilustrada esquemáticamente en la figura 13C. Así, de esta manera y debido a los grados de libertad adicionales que aportan las disposiciones mostradas en la figura 12B (además de los tres grados de libertad inherentes a la rótula, se ha añadido un mayor grado de libertad por el movimiento lineal de la bola a lo largo del carril) y 12C (aquí, se han añadido dos grados de libertad adicionales: el correspondiente al movimiento lineal a lo largo del carril y el correspondiente al pivotamiento
- 10 del carril), se pueden conseguir varias posiciones e inclinaciones diferentes simplemente extendiendo y/o retrayendo los elementos extensibles de forma controlada, permitiendo que las bolas o las rótulas completas se muevan respecto a la placa 11, como se sugiere. Obviamente, son posibles muchas otras implementaciones. Por ejemplo, para que haya una adaptación a las grandes diferencias de extensión entre los elementos extensibles de forma controlada, puede ser preferible añadir más grados de libertad, por ejemplo, mediante el uso de un mayor número de elementos
- 15 extensibles de forma controlada, por ejemplo, seis elementos extensibles de forma controlada que adoptan una configuración de plataforma Gough-Stewart. Sin embargo, a menudo se prefiere emplear un número limitado de elementos extensibles de forma controlada, para así minimizar los costes de fabricación y/o mantenimiento.
- En este texto, el término "comprende" y sus derivados (tales como "que comprende", etc.) no deberían entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deben interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo que se describe y define pueda incluir otros elementos, etapas, etc.
- 20 A no ser que se especifique lo contrario, cualquier intervalo indicado incluye los puntos finales enumerados.
- 25 La presente invención, obviamente, no se limita a la una o más realizaciones específicas descritas en el presente documento, sino que también abarca cualquier variante que cualquier persona experta en la materia pueda considerar (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, número de elementos, etc.), dentro del alcance general de la invención, como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de apoyo de piezas de trabajo, comprendiendo el sistema una base y una pluralidad de elementos de apoyo (1), comprendiendo cada elemento de apoyo (1) una placa (11) y medios para posicionar la placa (11) respecto a la base, en donde
10 en al menos algunos de los elementos de apoyo (1), los medios para posicionar la placa (11) comprenden al menos tres elementos extensibles de forma controlada (13), dispuestos para determinar la posición e inclinación de la placa (11) respecto a la base, permitiendo así el posicionamiento controlado de la placa (11) respecto a la base y la inclinación controlada de la placa (11),
caracterizado por que
el sistema comprende además una cubierta flexible (2) soportada por las placas (11), de modo que la forma de la cubierta está determinada, al menos en parte, por las posiciones y orientaciones de las placas (11),
15 **y por que**
al menos algunos de los elementos de apoyo (1) incluyen, en correspondencia con la placa (11), al menos un rodillo (12) para acoplarlo a la cubierta flexible (2), siendo el rodillo (12) capaz de rotar alrededor de al menos un eje.
- 20 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el rodillo (12) es capaz de rotar alrededor de al menos dos ejes (X, Y).
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el rodillo (12) es capaz de rotar alrededor de al menos un eje (X) paralelo a la superficie superior de la placa (11), y alrededor de un eje (Y) perpendicular a la superficie superior de la placa (11).
25 4. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el rodillo (12) está configurado para acoplarse a la cubierta a través de unos medios magnéticos, adhesivo, velcro (12c) o por vacío.
- 30 5. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde al menos algunos de los elementos de apoyo incluyen medios (14) para bloquear la rotación del rodillo (12).
6. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el rodillo (12) tiene una forma sustancialmente esférica o cilíndrica.
35 7. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos algunos de los elementos extensibles de forma controlada (13) comprenden actuadores.
- 40 8. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos algunos de los elementos de apoyo comprenden elementos extensibles de forma controlada (13) pasivos, y en donde los elementos de apoyo con elementos extensibles de forma controlada pasivos comprenden adicionalmente un elemento de accionamiento (14) para alejar la placa (11) de la base, de modo que los elementos extensibles de forma controlada (13) están configurados para extenderse, cada uno, mientras la placa se aleja de la base, hasta llegar a una extensión preseleccionada, por lo que se impide una mayor extensión del elemento extensible de forma controlada cuando se
45 alcanza su extensión preseleccionada, en donde el elemento de accionamiento comprende opcionalmente al menos un elemento hinchable (14).
9. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los elementos extensibles de forma controlada (13) están acoplados a la respectiva placa (11) mediante unas rótulas (13a).
50 10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde al menos dos de las rótulas (13a) están dispuestas para permitir un movimiento de traslación de las mismas respecto a la placa, de modo que la distancia entre las respectivas rótulas pueda cambiar como consecuencia de la extensión y retracción de los elementos extensibles de forma controlada.
- 55 11. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la cubierta (2) comprende una capa (21) de un material elastomérico, y en donde la cubierta comprende adicionalmente una pluralidad de elementos rigidizadores (22) de un material que tenga una mayor rigidez que el material de la capa (21), en donde los elementos rigidizadores (22) están dispuestos de modo que puedan desplazarse axialmente con respecto a la capa (21).
60 12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde
- al menos algunos de los elementos rigidizadores (22) comprenden un núcleo (22a) de un material que tiene mayor rigidez que el material elastomérico, estando rodeado el núcleo por al menos una capa (22b, 22c) de un material que tiene una rigidez menor que el material del núcleo (22a), pero una rigidez mayor que el material elastomérico,
65

y/o en donde la cubierta comprende agujeros pasantes (25).

13. Método de modificación de la forma tridimensional de la cubierta de un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende las etapas de:

- 5
- modificar la posición e inclinación de una pluralidad de placas (11) mediante la extensión y/o la retracción selectivas de los tres elementos extensibles de forma controlada (13), al tiempo que se permite que los rodillos (12) roten;
 - después, bloquear los rodillos (12) para evitar que roten.
- 10

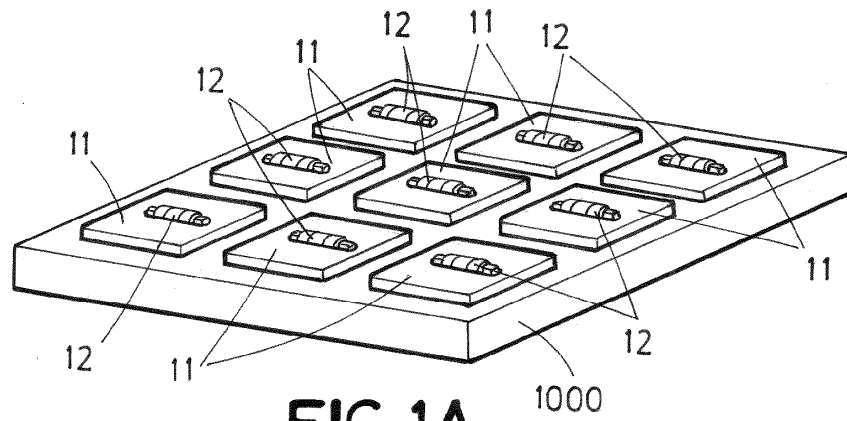


FIG. 1A

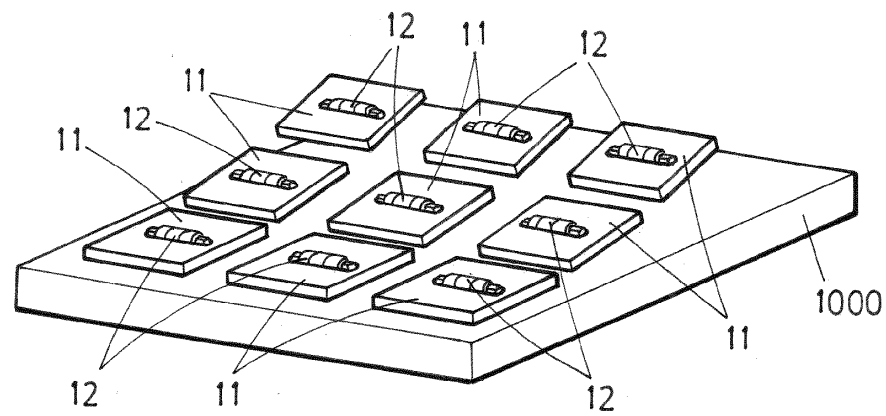


FIG. 1B

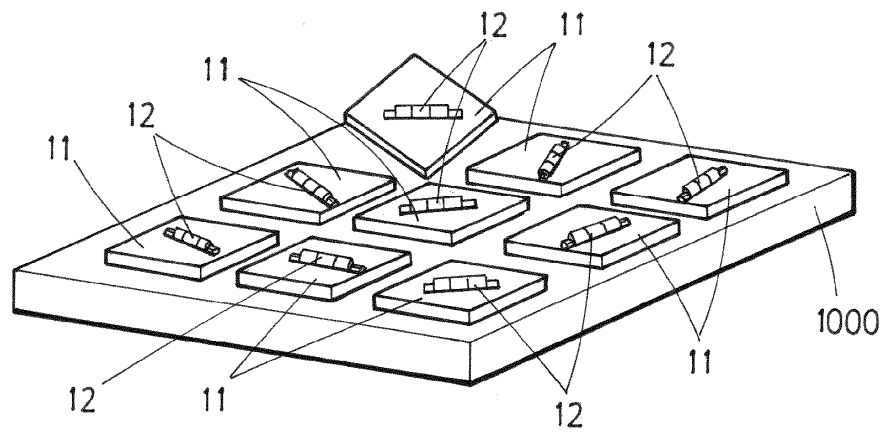


FIG. 1C

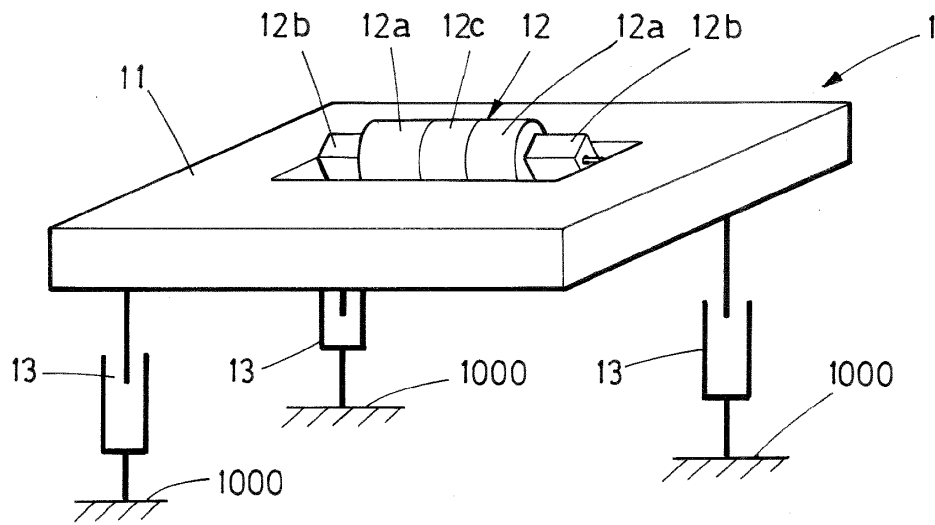


FIG. 2

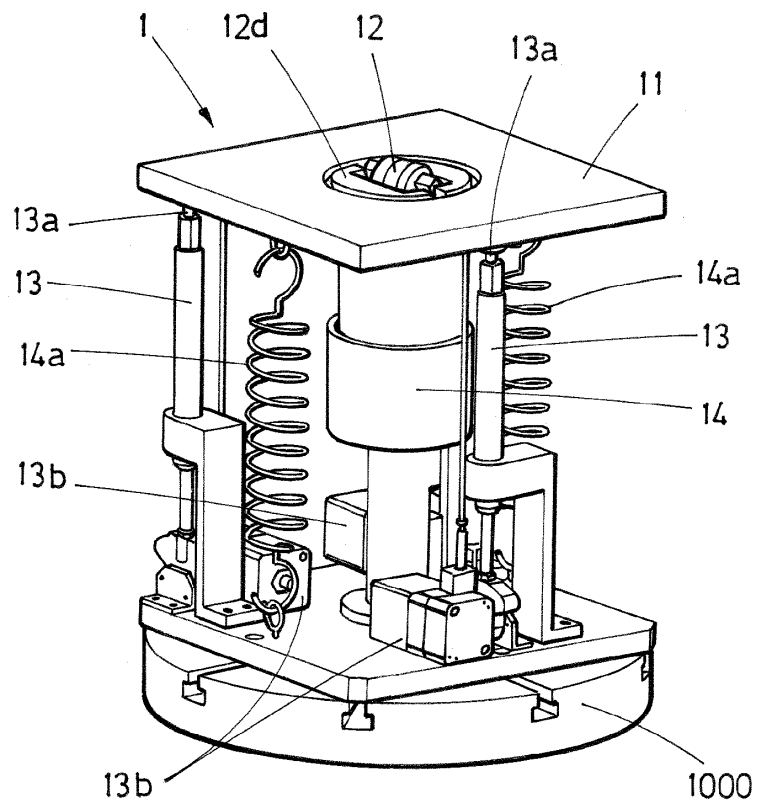


FIG. 3

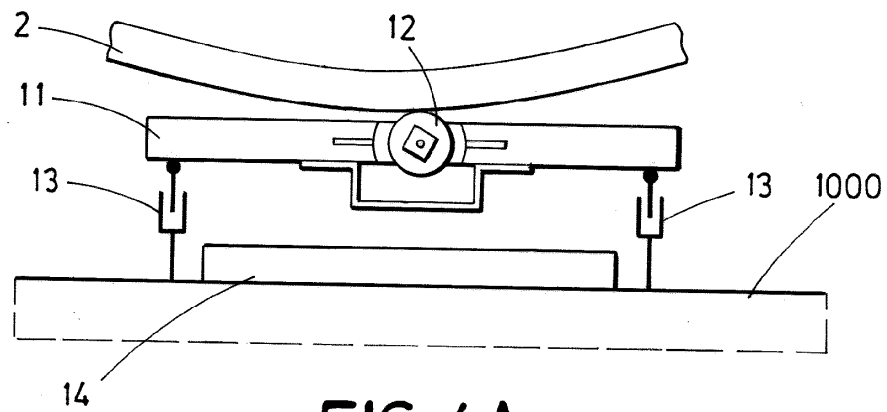


FIG. 4A

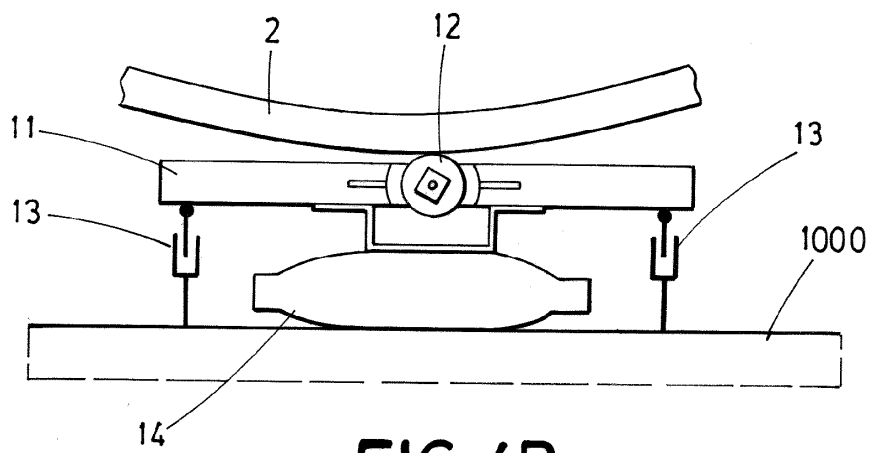


FIG. 4B

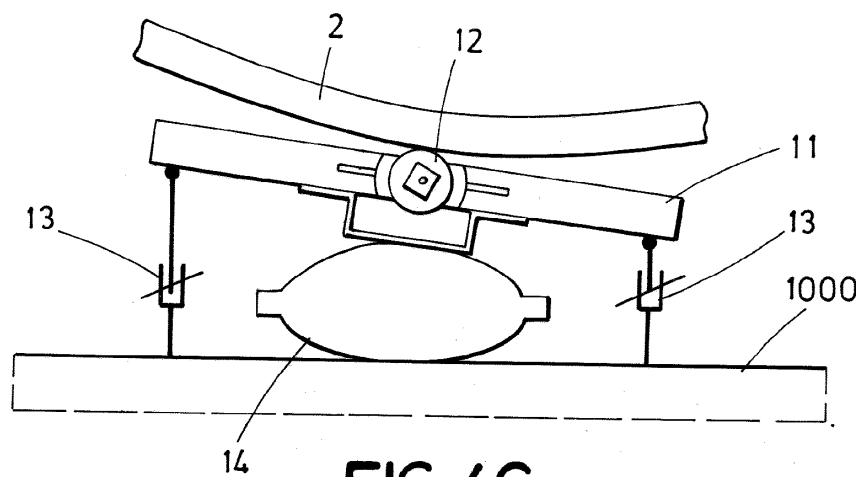


FIG. 4C

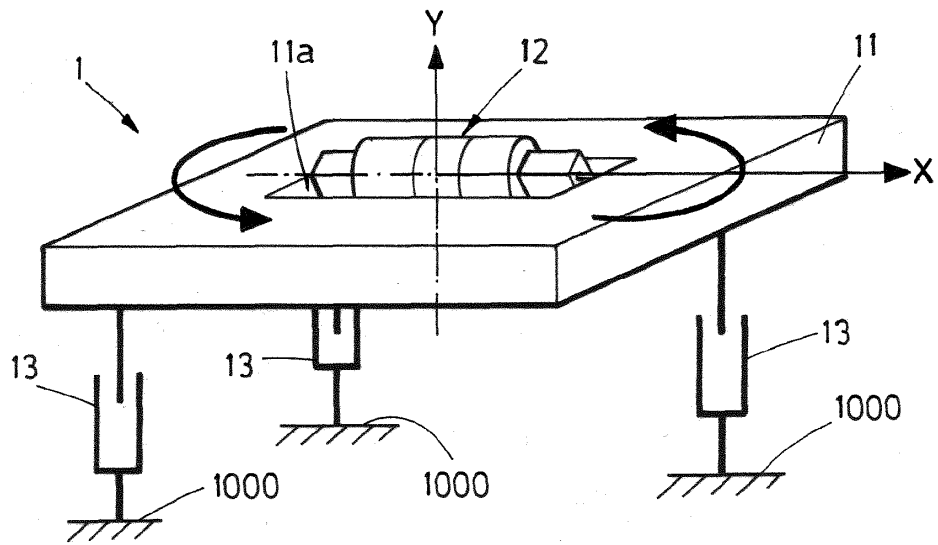


FIG. 5A

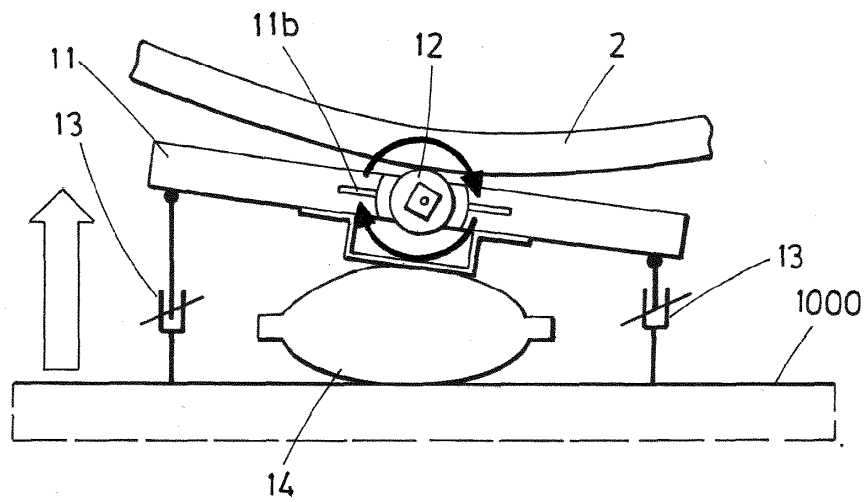


FIG. 5B

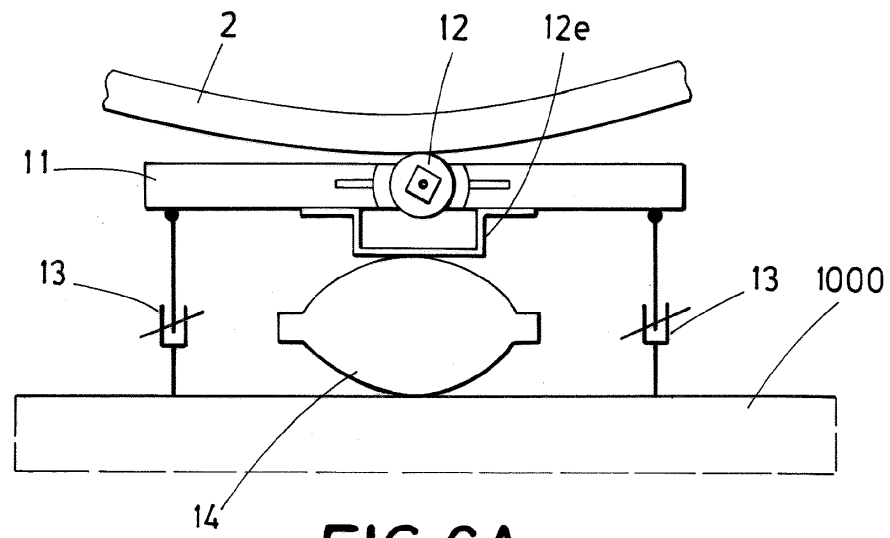


FIG. 6A

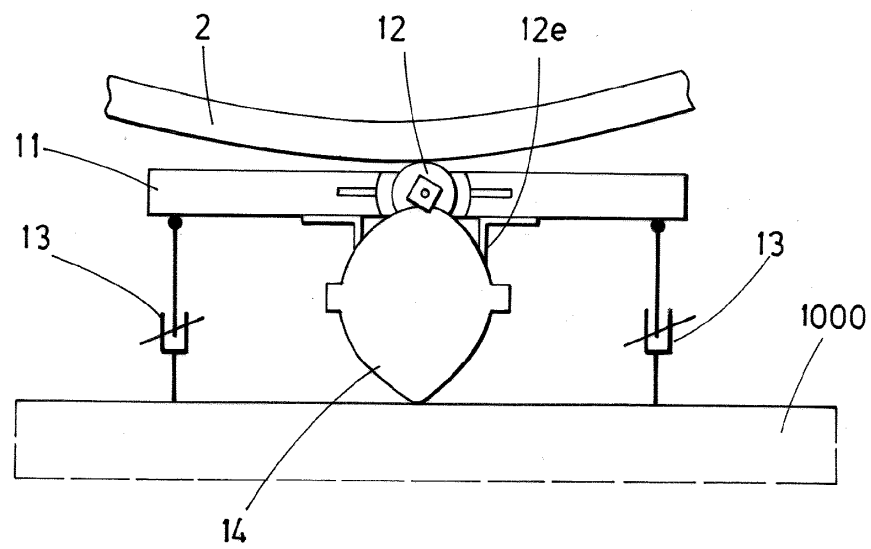


FIG. 6B

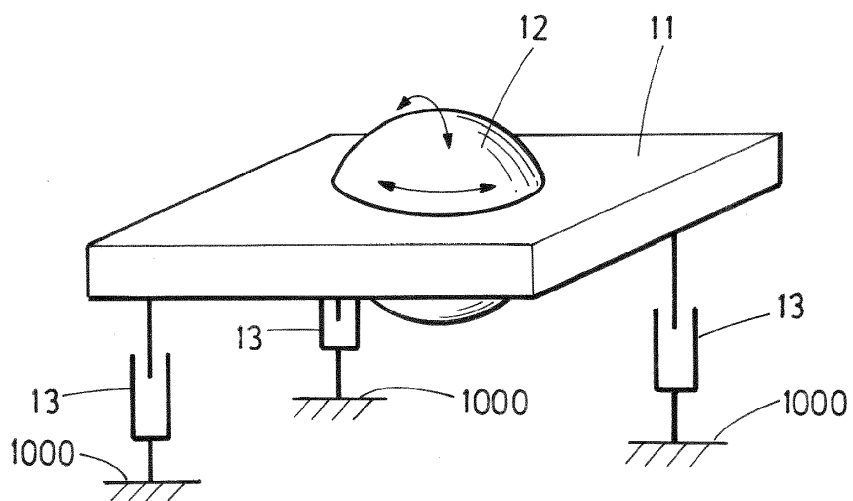


FIG. 7

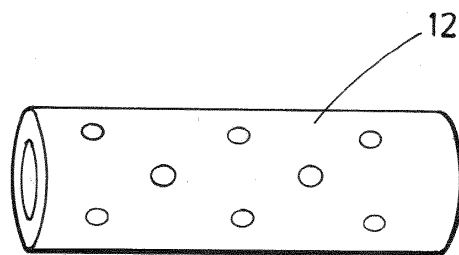


FIG. 8

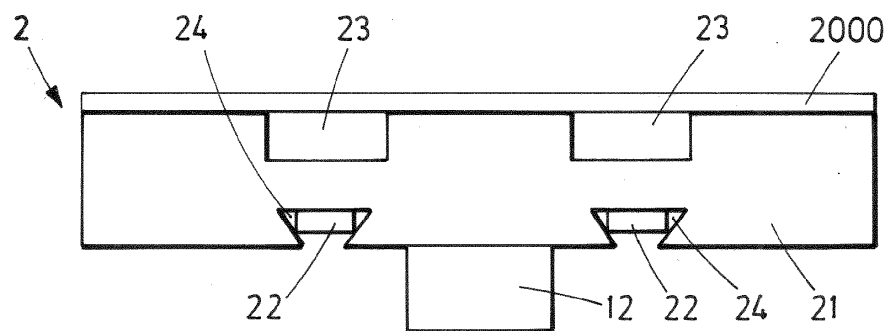


FIG. 9

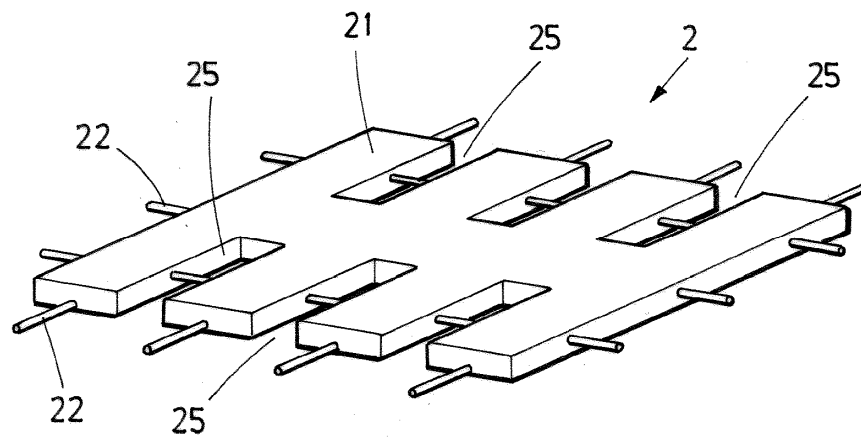


FIG.10A

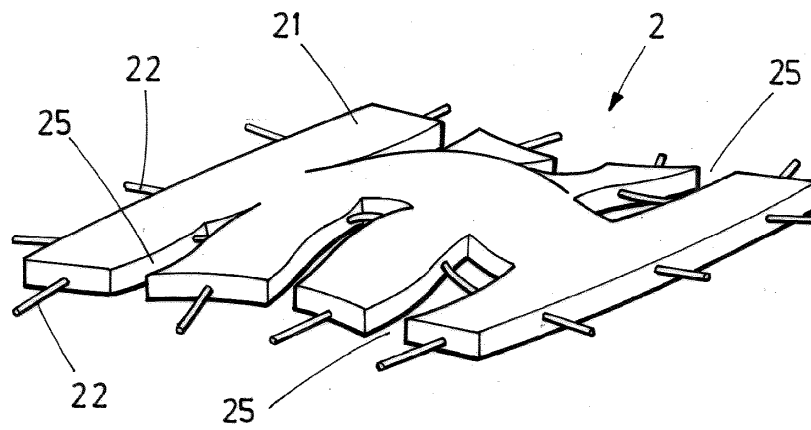


FIG.10B

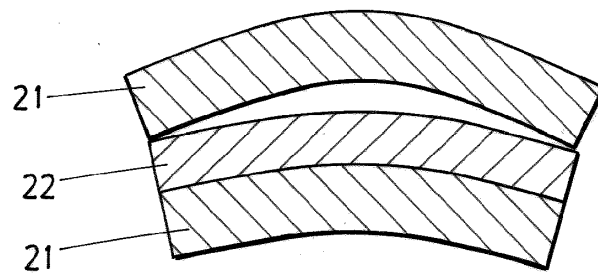


FIG.11A

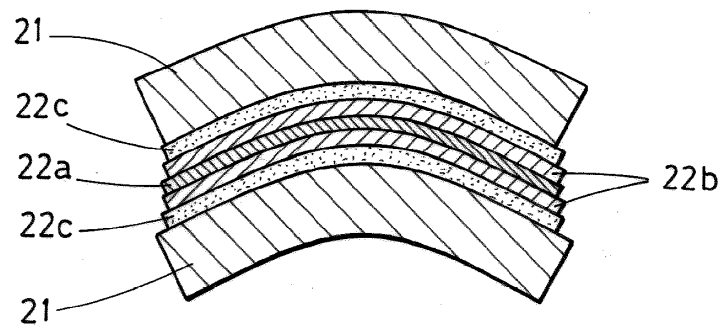


FIG.11B

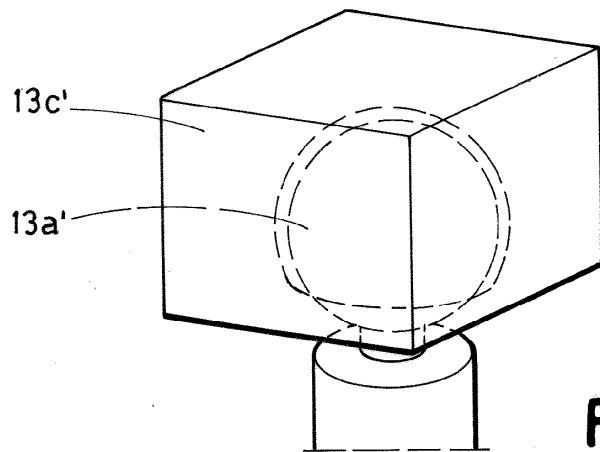


FIG.12A

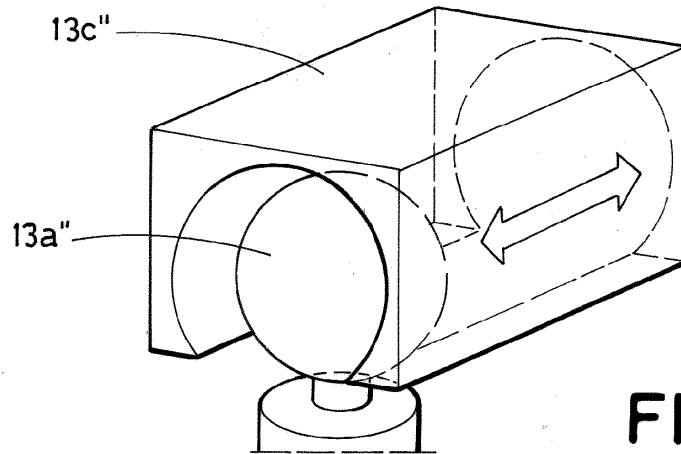


FIG.12B

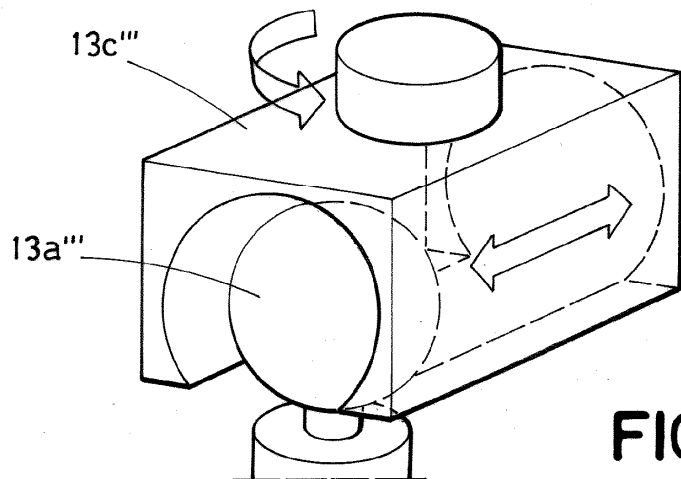


FIG.12C

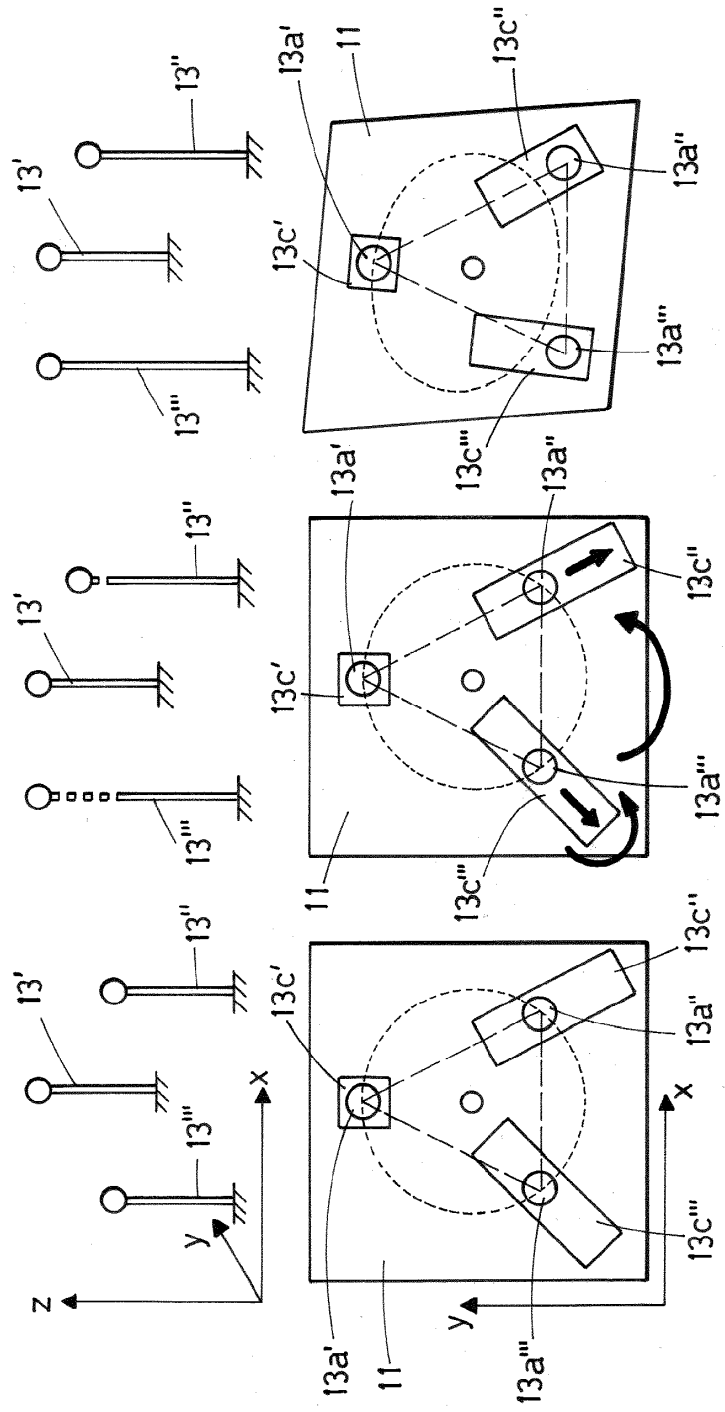


FIG.13C

FIG.13B

FIG.13A