

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 964 180**

51 Int. Cl.:

G02B 7/02 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.03.2019 PCT/US2019/021286**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.09.2020 WO20185195**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2019 E 19919281 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2023 EP 3935426**

54 Título: **Junta magnética y soporte óptico que utiliza la misma**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.04.2024

73 Titular/es:
**LIGHT STEERING TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
350B Harvey Road
Manchester, NH 03103, US**

72 Inventor/es:
KRYLOV, VLADIMIR G.

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 964 180 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

Junta magnética y soporte óptico que utiliza la misma

Campo de la descripción

5 Esta descripción se refiere, en general, al montaje, posicionamiento y accionamiento de una carga útil, y en particular, a una unión magnética y al uso de la misma en el montaje y accionamiento de un componente óptico.

Antecedentes

10 Los escáneres ópticos se pueden utilizar para dirigir un rayo láser o un sensor que define un campo de visión del sistema de generación de imágenes. Los escáneres ópticos se pueden utilizar en el procesamiento de materiales, el marcado, el empaquetado, la tomografía de coherencia óptica, espectáculos de luz láser, el plantillado basado en láser y muchas otras aplicaciones. La mayoría de los escáneres ópticos son sistemas mecánicos que utilizan una o dos implementaciones. Una primera implementación tiene dos espejos, cada uno accionado a lo largo de un eje de giro y situado ortogonalmente al otro espejo para lograr un campo de escaneo bidimensional. Una segunda implementación tiene un único espejo accionado en dos ejes ortogonales comúnmente conocido como "tip-tilt". Ambas implementaciones, tal como están actualmente disponibles, tienen varios inconvenientes no triviales.

15 El documento WO 2018/064462 A1 divulga un manipulador deposición paralela que incluye una placa superior, una placa base y una pluralidad de actuadores de junta prismática. Los actuadores pueden incluir una junta magnética como una junta de cinco grados de libertad.

Resumen de la invención

20 La presente invención proporciona una junta magnética, como se define en la reivindicación 1. La presente invención además proporciona un soporte óptico, como se define en la reivindicación 11. Además se definen características opcionales de la invención en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

Modos de realización de la presente descripción se ilustran como ejemplos y no están limitados por las figuras de los dibujos adjuntos, en los cuales:

25 La figura 1A ilustra una vista en perspectiva de una junta magnética no restringida lateralmente que incluye un primer componente y un segundo componente atraídos magnéticamente entre sí a lo largo de un eje de junta, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción.

La figura 1B ilustra una vista en perspectiva de una junta magnética de la figura 1A que muestra la libertad de movimiento alrededor de los ejes X e Y, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción.

30 La figura 1C ilustra la junta magnética de la figura 1A con flechas que representan el movimiento posible del primer componente con respecto al segundo componente, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción.

La figura 1D ilustra una vista en sección transversal de una junta magnética con superficies de interfaz asimétricas, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción.

35 Las figuras 2A-2D ilustran vistas laterales de una junta magnética no restringida lateralmente, líneas de campo magnético y el eje de junta para varias posiciones del primer y segundo componentes, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente descripción.

Las figuras 3A y 3B ilustran vistas laterales de una junta magnética no restringida lateralmente y en varias posiciones articuladas y ejemplos de fuerzas de campo magnético que actúan en un componente para devolver la junta a una posición de equilibrio, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción.

40 Las figuras 4A-4D ilustran vistas de un cuarto en perspectiva de varias superficies de interfaz del primer componente y del segundo componente, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente descripción.

La figura 5 ilustra una vista lateral de una junta magnética no restringida lateralmente acoplada a una carga útil donde la junta está en una posición articulada, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción.

45 La figura 6 ilustra una vista en perspectiva que muestra una carga útil con tres juntas magnéticas no restringidas lateralmente fijadas, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción.

Las figuras 7A-7D ilustran vistas en sección transversal de algunas geometrías de ejemplo de las juntas magnéticas mostradas en la figura 6, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente descripción.

Las figuras 8A-8C ilustran vistas en perspectiva de un soporte óptico que muestra varias disposiciones de tres juntas magnéticas, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente descripción.

La figura 9 ilustra una sección de un tercio en perspectiva de un soporte óptico con dos juntas magnéticas no restringidas lateralmente y una junta de rótula, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción.

La figura 10 ilustra un soporte óptico con juntas magnéticas no restringidas lateralmente con actuadores de bobina de voz acoplados a cada junta, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción.

- 5 Las figuras representan varios modos de realización de la presente descripción con propósitos de ilustración únicamente. Numerosas variaciones, configuraciones y otros modos de realización serán evidentes a partir de las siguiente exposición detallada.

Descripción detallada

10 Se describe un diseño de junta magnética. El diseño de junta magnética es particularmente bien adecuado para el montaje, posicionamiento y accionamiento de una carga útil tal como un componente óptico, aunque otras cargas útiles se pueden beneficiar del diseño de junta magnética, tal como se apreciará a la vista de esta descripción. En un modo de realización, una junta magnética tiene un primer componente y un segundo componente que son atraídos magnéticamente entre sí, donde el primer componente y el segundo componente interactúan a través de superficies de interfaz continuas que forman y mantienen un contacto puntual a través de un rango de accionamiento angular y lateral. Las superficies de interfaz permiten un movimiento lateral no restringido del primer componente con respecto al segundo componente. En uno de dichos modos de realización de ejemplo de la junta magnética, el primer componente tiene una primera superficie de interfaz y el segundo componente tiene una segunda superficie de interfaz convexa, donde la segunda superficie de interfaz se acopla con la primera superficie de interfaz. La primera superficie de interfaz puede ser plana cóncava, por ejemplo. Uno o ambos componentes incluyen un imán permanente con un campo magnético alineado a lo largo del eje respectivo del componente. En uno de dichos casos de ejemplo, el primer componente incluye un imán permanente y el segundo componente está hecho de un material ferromagnético, aunque esta disposición podría invertirse en otros modos de realización más, tal como se apreciará. En cualquiera de dichos casos, el primer y segundo componentes son atraídos entre sí por una atracción magnética a lo largo de un eje de junta que es perpendicular a las superficies de interfaz.

15 La junta magnética no restringida lateralmente puede ser parte de un conjunto de soporte o posicionamiento, tal como el que se puede usar para un sensor, un componente óptico tal como una rejilla, un prisma, un reflector, una guía de ondas o un espejo de escaneo, por nombrar unos pocos ejemplos de cargas útiles en donde se puede utilizar la junta magnética. Por ejemplo, en un caso de uso de ejemplo, una pluralidad de juntas magnéticas se fijan a una carga útil, una o más de las cuales es una junta magnética no restringida lateralmente. Por ejemplo, tres juntas magnéticas se conectan a la parte posterior de un espejo o sensor y se disponen en un patrón en forma de triángulo en una superficie trasera del espejo o el sensor. Algunas o todas las juntas magnéticas tienen un movimiento lateral no restringido entre el primer componente y el segundo componente, tal como cuando la primera superficie de interfaz es plana y cuando la segunda superficie de interfaz es convexa. El montaje puede incluir un actuador lineal en una o más de las juntas magnéticas, que proporciona un movimiento axial. El movimiento "tip-tilt" de la junta magnética proporciona una articulación de la junta con dos grados de libertad de giro. Combinada con el movimiento axial proporcionado por el actuador, la junta magnética no restringida lateralmente puede moverse con tres grados de libertad, de acuerdo con algunos modos de realización. Numerosas variaciones y modos de realización serán evidentes a la vista de la presente descripción.

Visión general

20 Tal como se observó previamente, las implementaciones de escáner óptico actualmente disponibles, incluyan uno o dos espejos, tienen diversos inconvenientes no triviales. Por ejemplo, los sistemas de escaneo óptico de dos espejos ocupan grandes superficies. También, los actuadores (normalmente un galvanómetro) muestran problemas con la precisión de posicionamiento, tal como una deriva a lo largo del tiempo y errores de posición debido a las condiciones medioambientales. Los errores de estos sistemas de dos espejos también plantean desafíos de calibración. Además, los sistemas de dos espejos tienen un origen de escaneo que es diferente para cada uno de los dos ejes, lo cual puede ser problemático para varias aplicaciones. Los sistemas de un solo espejo disponibles, comúnmente conocidos como actuadores de espejo de direccionamiento rápido (FSM), son en general preferidos con respecto a los sistemas de dos espejos. Sin embargo, los desafíos de un mecanismo mecánico que permita los grados de libertad requeridos y su acoplamiento a un actuador, actualmente limitan estos sistemas en su velocidad, rango de accionamiento, o ambos.

25 Un enfoque que permite dos grados de libertad para un accionamiento de espejo único es un montaje de espejo de cardan. Dichos montajes de cardan tienen bastidores de cardan interior y exterior, cada uno de los cuales pueden pivotar alrededor de un eje X o Y respectivo. El montaje de espejo de cardan tiene como resultado una estructura mecánica relativamente compleja que es físicamente pesada con respecto a la carga útil (por ejemplo, un espejo), por tanto limitando la velocidad del sistema. Aunque el propio montaje de cardan no limita el rango de accionamiento, los desafíos de los actuadores de acoplamiento de la estructura de cardan hacen que el rango global de accionamiento para el sistema sea menor que el de un sistema de dos espejos. Otro enfoque para proporcionar a un sistema un único espejo dos grados de libertad es una flexura. En los últimos años dichas flexura se han desarrollado para grabar obleas de silicio para su uso en sistemas microelectromecánicos (MEMS). Los sistemas de flexura tienen un ángulo de accionamiento limitado y una acción de muelle de la flexura requiere que la fuerza de accionamiento varíe con el

desplazamiento. Adicionalmente, la interferencia entre los dos ejes de accionamiento es un desafío que permanece sin resolver. Otros diseños de un sistema de espejo único con dos o tres grados de libertad intentan abordar las deficiencias de los enfoques de cardan y de flexura. Sin embargo, la interfaz entre la carga útil y el actuador permanece sobre restringida mecánicamente y requiere flexuras para desacoplar los actuadores de la base del sistema. Esto, a su vez, complica la lógica de control ya que la orientación espacial de los actuadores depende de la orientación de la carga útil. Por lo tanto, existe una necesidad para una junta mejorada y un aparato de escaneo óptico que utilice un único espejo. La presente descripción aborda esta necesidad, entre otras.

Tal y como se utiliza en el presente documento, el término "contacto puntual" se refiere en general al contacto más pequeño posible entre dos superficies continuas. Para superficies ideales, el contacto puntual puede ser un único átomo; sin embargo, debido a limitaciones de fabricación, el contacto puntual puede ser mayor que un punto único. Por ejemplo, incluso superficies lisas altamente pulidas pueden mostrar ranuras, rebordes y facetas cuando se ven a nivel microscópico. Como tal, el contacto puntual entre dos superficies puede incluir una o más de dichas características en una superficie que haga contacto con una o más de dichas características de otra superficie, por ejemplo. Por tanto, el término "contacto puntual" entre dos superficies incluye un único punto además de una pequeña área localizada de una superficie o una pluralidad de puntos dentro de un tamaño de hasta el 1% del área de superficie.

Tal y como se expone en el presente documento, los términos que se refieren a una dirección tales como hacia arriba, hacia abajo, vertical, horizontal, izquierdo, derecho, superior, inferior, etc. se utilizan por conveniencia para describir modos de realización de una junta magnética tal y como se muestra en los dibujos. La presente descripción no está limitada por estas referencias de dirección y se contempla que una junta magnética y las estructuras de posicionamiento se utilicen en cualquier orientación.

Modos de realización de ejemplo

Las figuras 1A-1C representan vistas en perspectiva de una junta magnética que incluye un primer componente y un segundo componente, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente descripción. El primer componente tiene un cuerpo que se extiende a lo largo de un primer eje hasta una porción extrema proximal que define una primera superficie de interfaz. En un modo de realización, la primera superficie de interfaz es plana o cóncava y define un primer radio R1 de curvatura. Se ha de observar que una superficie plana tiene un radio de curvatura que puede considerarse como infinito. El segundo componente tiene un cuerpo que se extiende a lo largo de un segundo eje hasta una porción extrema distal que define una segunda superficie de interfaz. En un modo de realización, la segunda superficie de interfaz es convexa o en forma de cúpula con un segundo radio R2 de curvatura. El primer radio R1 de curvatura de la primera superficie de interfaz es mayor que el segundo radio R2 de curvatura de la segunda superficie de interfaz. Por consiguiente, la primera superficie de interfaz es generalmente más plana que la segunda superficie de interfaz, de acuerdo con algunos de dichos modos de realización. El primer componente y el segundo componente tienen un contacto puntual a través de todo el rango de articulación. En el punto P de contacto, las normales a la primera y segunda superficies de interfaz son colineales. La orientación de junta nominal o alineada se da cuando los ejes geométricos (por ejemplo, el primer eje y el segundo eje) del primer y segundo componentes, son colineales. Para cualquier geometría de articulación de junta, el eje J de junta es una línea que va a través del punto P de contacto perpendicular tanto a la primera superficie de interfaz como a la segunda superficie de interfaz.

En algunos de dichos modos de realización específicos, el primer radio R1 de curvatura es el doble, cuatro veces, diez veces o un valor mayor más grande que el segundo radio R2 de curvatura. En un modo de realización, el primer radio R1 de curvatura es suficientemente grande en comparación con el diámetro del cuerpo para hacer que la primera superficie de interfaz sea generalmente plana, de manera que se aplane dentro de las tolerancias de fabricación.

En un modo de realización, la primera superficie de interfaz y/o la segunda superficie de interfaz son simétricas alrededor del primer eje o el segundo eje respectivos. Por ejemplo, la segunda superficie de interfaz tiene forma semiesférica o una porción de una superficie esférica. La primera superficie de interfaz puede tener una forma plana, cóncava o convexa. En otros modos de realización, la primera superficie de interfaz y/o la segunda superficie de interfaz no son simétricas con respecto a su respectivo eje, pero en su lugar son simétricas alrededor de un plano que contiene el eje o no tiene una forma simétrica. En un ejemplo, la segunda superficie de interfaz tiene una forma elíptica, parabólica u otra forma. En un ejemplo, la segunda superficie de interfaz tiene una superficie convexa curvada donde el punto más distal está desplazado radialmente del segundo eje. Geometrías cóncava similares pueden aplicarse a la primera superficie de interfaz, tal y como se apreciará. En otro modo de realización de ejemplo, la primera superficie de interfaz es en general plana a lo largo de un plano que está inclinado con respecto (es decir, no perpendicular a) al primer eje. Por ejemplo, la figura 1D ilustra una vista en sección transversal de una junta magnética en la cual la primera superficie de interfaz del primer componente está inclinada con respecto al primer eje y la segunda superficie de interfaz del segundo componente es convexa y asimétrica alrededor del segundo eje. Numerosas variaciones y modos de realización de ejemplo diferentes serán evidentes a la vista de la presente descripción.

En algunos modos de realización, la naturaleza de la interfaz entre una primera superficie de interfaz plana y una segunda superficie de interfaz convexa permite que el segundo componente se mueva lateralmente, o perpendicular al eje J de junta con respecto al primer componente, tal y como se muestra por las flechas en la

figura 1B. Por ejemplo, la segunda superficie 46 de interfaz no está restringida de moverse a través y en contacto con la primera superficie 26 de interfaz. Aunque en algunos modos de realización, la segunda superficie 46 de interfaz convexa es esférica y la primera superficie 26 de interfaz coincidente es plana, dos superficies cualquiera continuas que deforman y mantienen un contacto puntual a través de un rango deseado de accionamiento son aceptables, tal y como se apreciará a la vista de la descripción.

Uno o ambos de, el primer componente 20 y el segundo componente 40 están hechos de o incluye un material magnético permanente. El primer componente 20 y el segundo componente 40 son atraídos por una fuerza magnética entre sí. Por ejemplo, el primer componente 20 incluye un imán permanente y el segundo componente 40 está hecho de o incluye un material ferromagnético o viceversa. En otro modo de realización de ejemplo, tanto el primer componente 20 como el segundo componente 40 incluyen un material de imán permanente magnetizado en la misma dirección a lo largo del eje J de junta en la orientación de junta nominal. En algunos de dichos modos de realización, el campo B magnético del material de imán permanente está alineado a lo largo del eje respectivo del componente. Por ejemplo, el campo magnético está orientado a lo largo del primer eje 22 y/o del segundo eje 42. En algunos de dichos modos de realización, una fuerza F_B magnética atrae el primer y segundo componentes 20, 40 entre sí a lo largo del eje J de junta cuando la junta 10 magnética está en equilibrio, tal y como se muestra en la figura 1A.

Tal y como se utiliza en el presente documento, el eje J de junta puede definirse como una línea imaginaria que pasa a través del punto P de contacto entre el primer componente 20 y el segundo componente 40, donde el eje J de junta es perpendicular a la primera superficie 26 de interfaz y a la segunda superficie 46 de interfaz. El campo magnético es a menudo paralelo al eje J de junta en el punto P de contacto, pero puede que no sea el caso para todos los modos de realización y todas las posiciones de la junta 10 magnética. En algunos modos de realización en los cuales el material magnético permanente se magnetiza a lo largo del primer eje 24, el eje de junta puede ser coaxial con el primer eje 24 cuando la junta 10 magnética está en equilibrio. De forma similar, el eje J de junta puede ser coaxial con el segundo eje 44 cuando el material magnético permanente se magnetiza a lo largo del segundo eje 44 y la junta 10 magnética está en equilibrio. En algunos modos de realización, el eje J de junta es colineal con el primer eje 24 del primer componente 20 y con el segundo eje 44 del segundo componente 40 cuando la junta 10 magnética está en equilibrio.

La junta 10 magnética es libre de articular dentro de tres grados de libertad de giro, dos de los cuales están alrededor de un eje X y un eje Y que son perpendiculares al eje J de junta tal y como se muestra, por ejemplo, en la figura 1B. La articulación de la junta 10 magnética alrededor de los ejes X e Y está limitada por el límite de contacto entre la primera superficie 26 de interfaz y la segunda superficie 46 de interfaz. Como resultado, el primer componente 20 puede tumbarse o inclinarse con respecto al segundo componente 40 tal como se indica, por ejemplo, mediante las flechas 53, 54 en la figura 1C. Además del movimiento "tip-tilt", el punto P de contacto entre el primer y segundo componentes 20, 40 puede moverse a lo largo de la primera superficie 26 de interfaz y/o la segunda superficie 46 de interfaz a medida que se articula la junta 10 magnética. Por ejemplo, el punto P de contacto puede moverse lejos de los centros geométricos de la primera superficie 26 de interfaz y la segunda superficie 46 de interfaz a medida que el primer componente 20 se desliza en la segunda superficie 46 de interfaz convexa.

Con referencia ahora a las figuras 2A-2D, las vistas en sección transversal lateral ilustran un ejemplo de una junta 10 magnética con el primer componente 20 hecho de un imán de neodimio hierro boro y el segundo componente 40 hecho de un acero ferromagnético, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción. Se muestran líneas de campo simuladas del campo B magnético para la junta 10 magnética en varias posiciones. El campo B magnético está orientado a lo largo del primer eje 24. El primer componente 20 es giratoriamente simétrico alrededor del primer eje 24 y el segundo componente 40 es giratoriamente simétrico alrededor del segundo eje 44. En cada una de las figuras 2A-2D, el eje J de junta se extiende perpendicularmente tanto a la primera superficie 26 de interfaz como a la segunda superficie 46 de interfaz. En cada posición, la primera superficie 26 de interfaz es tangente a la segunda superficie 46 de interfaz convexa.

En la figura 2A, la junta 10 magnética está en una orientación nominal y en equilibrio en la cual el eje J de junta es colineal con el primer eje 24 y el segundo eje 44. Las líneas de campo del campo B magnético son en general simétricas alrededor del eje J de junta. La primera superficie 26 de interfaz es tangente a la segunda superficie 46 de interfaz en el punto P de contacto, que es coincidente con el eje J de junta.

En la figura 2B, la junta magnética está articulada con el primer componente 20 inclinado y trasladado a lo largo de la segunda superficie 46 de interfaz del segundo componente 40. Se ha de observar que el eje J de junta se extiende a través del centro (es decir, a lo largo del primer eje 24) del primer componente 20. La primera superficie 26 de interfaz es tangente a la segunda superficie 46 de interfaz en el punto P de contacto.

En la figura 2C, la junta magnética está articulada con el primer componente 20 inclinado con respecto a la segunda superficie 46 de interfaz del segundo componente 40. Se ha de observar que el eje J de junta no se extiende a través del centro (es decir, a lo largo del primer eje 24) del primer componente 20, sino que es perpendicular a cada una de la primera superficie 26 de interfaz y la segunda superficie 46 de interfaz. La primera superficie 26 de interfaz es tangente a la segunda superficie 46 de interfaz en el punto P de contacto, que ahora está a la derecha del primer eje 24 tal como se ilustra.

En la figura 2D, la junta magnética está articulada con el primer componente 20 inclinado y trasladado con respecto al segundo componente 40. Se ha de observar que el eje J de junta no se extiende a través del centro (es decir, a lo largo del primer eje 24) del primer componente 20, sino que es perpendicular a cada una de la primera superficie 26 de interfaz y la segunda superficie 46 de interfaz. La primera superficie 26 de interfaz es tangente a la segunda superficie 46 de interfaz en el punto P de contacto, que está ahora a la izquierda del primer eje 24 tal como se ilustra.

Para todas las geometrías posibles, el primer componente 20 y el segundo componente 40 tienen una posición de un componente con respecto al otro cuando las fuerzas magnéticas laterales están en equilibrio. Para modos de realización giratoriamente simétricos, esta condición se satisface cuando el primer eje 24 y el segundo eje 44 son colineales (gravedad y otras fuerzas no consideradas). El desplazamiento de pivote (por ejemplo, "tip-tilt") o desplazamiento lateral (por ejemplo, traslación) del primer componente 20 con respecto al segundo componente 40, tal y como se muestra en las figuras 3A y 3B, respectivamente, puede dar como resultado una fuerza F_B magnética hacia la condición de equilibrio para algunas geometrías, por lo tanto estabilizando la junta 10 magnética y reteniendo el contacto entre los componentes. La dirección de la fuerza F_B magnética en las figuras 3A y 3B se ilustra como un ejemplo para componentes giratoriamente simétricos; la fuerza F_B magnética puede actuar en otras direcciones en algunos modos de realización. Para algunas geometrías, la junta 10 magnética puede tener una posición en la que el primer componente 20 y el segundo componente 40 no están alineados nominalmente, pero la junta 10 magnética está en equilibrio y no hay ninguna fuerza magnética desviando el primer y segundo componentes 20, 40 hacia una posición de alineación nominal.

En cada uno de los ejemplos mostrados en las figuras 3A y 3B, el punto P de contacto entre el primer componente 20 y el segundo componente 40 está desplazado del primer eje 24. Dado que la junta 10 magnética no está restringida lateralmente, el punto P de contacto entre los componentes puede moverse lejos del centro de cada superficie 26, 46 de interfaz cuando la junta 10 magnética se articula. Cuando tres juntas 10 magnética se fijan a una carga 12 útil en una disposición triangular, tal como un conjunto de soporte óptico, la distancia entre cualquiera de dos juntas magnéticas puede cambiar cuando una de las juntas se hace avanzar linealmente a lo largo del eje Z. A diferencia de las juntas de rótula, por ejemplo, la capacidad del punto P de contacto de deslizarse o moverse permite que la(s) junta(s) 10 magnética(s) no restringida(s) lateralmente se acomode(n) a este cambio en la distancia.

Con referencia ahora a las figuras 4A-4D vistas en sección de un cuarto en perspectiva muestran una junta 10 magnética, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente descripción. En cada uno de estos modos de realización, la junta 10 magnética está en equilibrio donde el primer eje 24, el segundo eje 44 y el eje J de junta son colineales. En el ejemplo de la figura 4A, el primer componente 20 tiene una primera superficie 26 de interfaz plana y el segundo componente 40 tiene una segunda superficie 46 de interfaz semiesférica que tiene un contacto puntual con la primera superficie 26 de interfaz a lo largo del eje J de junta. En el ejemplo de la figura 4B, el primer componente 20 tiene una primera superficie 26 de interfaz cóncava y el segundo componente 40 tiene una segunda superficie 46 de interfaz convexa que tiene un contacto puntual con la primera superficie 26 de interfaz a lo largo del eje J de junta.

En algunos modos de realización, tal como se muestra en la figura 4C, la junta 10 magnética puede incluir un material 60 de interfaz entre el primer componente 20 y el segundo componente 40. El material 60 de interfaz puede seleccionarse, por ejemplo, para mejorar las propiedades de apoyo de la junta 10 magnética. En algunos de dichos modos de realización, el material 60 de interfaz flota entre el primer componente 20 y el segundo componente 40, que está fijado a uno de los componentes 20, 40 de junta o recubre la superficie de una o ambas superficies 26, 46 de interfaz. Por ejemplo, el material 60 de interfaz se elige para tener un coeficiente de fricción bajo, un valor de dureza alto, una resistencia al desgaste alta, una resistencia a la compresión alta, un coeficiente de expansión térmica bajo o una combinación de estas propiedades. Ejemplos de materiales 60 de interfaz aceptables incluyen materiales ferromagnéticos y no magnéticos, tales como un disco de zafiro relativamente delgado unido a la primera superficie 26 de interfaz plana y un recubrimiento de película delgada de nitruro de titanio (TiN) en una o ambas de la primera y segunda superficies 26, 46 de interfaz. Se pueden utilizar otros materiales 60 de interfaz y métodos de integración para alterar propiedades de junta secundarias, tales como la fricción, mientras se mantiene la atracción magnética entre y se permite el movimiento lateral del primer componente 20 con respecto al segundo componente 40 de junta.

En otro modo de realización, tal y como se muestra en la figura 4D, por ejemplo, el material 60 de interfaz es o incluye un fluido 62 ferromagnético ("ferrofluido"). Un ferrofluido 62 puede utilizarse, por ejemplo, para aumentar la fuerza F_B magnética que atrae el primer componente 20 al segundo componente 40, tal y como se apreciará. El ferrofluido 62 también puede seleccionarse para mejorar las propiedades de apoyo lubricando las superficies 26, 46 de interfaz de la junta 10 magnética. En algunos de dichos modos de realización, la fuerza F_B magnética máxima entre la primera y segunda superficies 26, 46 de interfaz se puede lograr cuando se minimiza el espacio de aire entre los mismos. Un ferrofluido 62 puede minimizar el espacio de aire ocupando el espacio vacío entre la primera superficie 26 de interfaz y la segunda superficie 46 de interfaz mientras que permite también que se articule la junta 10 magnética. El ferrofluido 62 se extiende de forma efectiva en el primer componente y el segundo componente 40 más allá de sus formas físicas reales para simular que la junta tenga una región de contacto entre la primera superficie 26 de interfaz y la segunda superficie 46 de interfaz, por lo tanto mejorando la atracción magnética entre el primer y segundo componentes 20, 40. En algunos casos, tal como cuando el ferrofluido 62 tiene una viscosidad suficiente, una capa delgada (por ejemplo, una monocapa) del ferrofluido 62 puede existir entre la primera superficie 26 de interfaz y la segunda superficie 46 de interfaz en el punto P de contacto. En algunos de dichos modos de realización, la monocapa del ferrofluido 62 se comporta como un revestimiento de uno o ambos del primer y segundo componentes 20, 40. Un ferrofluido 62 típico

tiene partículas ferromagnéticas que están revestidas con un tensioactivo y suspendidas en un fluido portador. Se puede seleccionar una composición de ferrofluido 62 para una junta 10 magnética particular basándose en la aplicación pretendida y, en general, no se restringe por las propiedades de la junta 10 magnética.

5 Con referencia ahora a la figura 5, una vista lateral ilustra un ejemplo de una junta 10 magnética en uso con una carga 12 útil, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción. En un modo de realización, la junta 10 magnética es axialmente simétrica, donde el primer componente 20 es giratoriamente simétrico alrededor del primer eje 24 y el segundo componente 40 es giratoriamente simétrico alrededor del segundo eje 46. En otros modos de realización, sólo uno o ninguno de, el primer componente 20 y el segundo componente 40 son giratoriamente simétricos alrededor de su respectivo eje 26, 46. En este ejemplo, el primer componente 20 tiene una primera superficie 26 de interfaz plana y el segundo componente 40 tiene una segunda superficie 46 de interfaz convexa. El ángulo α de accionamiento máximo de la carga 12 útil es una función del segundo radio R2 de curvatura de la segunda superficie 46 de interfaz convexa y el diámetro D del cuerpo 42 del segundo componente 40 en el margen 47 de la segunda superficie 46 de interfaz. Por ejemplo, el ángulo α de accionamiento máximo se logra cuando la primera superficie 26 de interfaz y la segunda superficie 46 de interfaz hacen contacto en el margen 47 de la segunda superficie 46 de interfaz. Expresado de otra manera, el ángulo α de accionamiento máximo se produce cuando la primera superficie 26 de interfaz es tangente a la segunda superficie 46 de interfaz en el margen 47. El margen 47 está ubicado en la inserción entre el cuerpo 42 y la segunda superficie de interfaz, de acuerdo con algunos modos de realización. Se contempla que el cuerpo 42 del primer componente 40 o el cuerpo 22 del primer componente 20 pueden tener un diámetro que es más pequeño que o mayor que el de la respectiva superficie 46, 26 de interfaz. Por ejemplo, el cuerpo puede estrecharse hasta un diámetro más pequeño desde su inserción con la superficie de interfaz.

10 En algunos modos de realización, el ángulo α de accionamiento máximo de la carga 12 útil es de al menos $\pm 5^\circ$, al menos $\pm 7,5^\circ$, al menos $\pm 10^\circ$, al menos $\pm 12,5^\circ$ o al menos $\pm 15^\circ$ con respecto a la posición nominal mostrada en la figura 2A. En un ejemplo, la segunda superficie 46 de interfaz convexa es parte de una esfera y tiene un radio R2 de curvatura que abarca 10° , 20° , 30° , 35° o alguna otra porción de la esfera. Estos valores se producen cuando el segundo eje 44 es vertical y el radio de curvatura con respecto al margen 47 tiene un ángulo de 85° , 80° , 75° o $72,5^\circ$ con respecto a la horizontal, respectivamente. Utilizando una primera superficie 26 de interfaz plana, el ángulo α de accionamiento máximo correspondiente de estos valores es de $\pm 5^\circ$, $\pm 10^\circ$, $\pm 15^\circ$ o $\pm 17,5^\circ$, respectivamente. Numerosas variaciones y modos de realización serán evidentes a la vista de la presente descripción.

15 Con referencia ahora a la figura 6, una vista en perspectiva inferior ilustra un ejemplo de un soporte 14 óptico que incluye tres juntas 10 magnéticas fijadas a una carga 12 útil, de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción. En este ejemplo, cada una de las juntas 10 magnéticas está configurada de manera que el primer componente 20 no está lateralmente restringido con respecto al segundo componente 40. El soporte 14 óptico utiliza tres juntas 10 magnéticas dispuestas en un triángulo o cualquier configuración distinta a la dispuesta a lo largo de una línea, por lo tanto definiendo un plano con tres puntos en el espacio. En un modo de realización, cada una de las juntas 10 magnéticas proporciona una funcionalidad "tip-tilt" de pistón. Por ejemplo, la junta 10 magnética puede pivotar alrededor de los ejes X e Y y moverse linealmente a lo largo de un eje Z.

20 En un ejemplo, el primer componente 20 de cada junta 10 magnética se fija a o de otro modo interacciona con un espejo, un soporte de espejo o cualquier otro tipo de carga 12 útil. El segundo componente 40 de la junta 10 magnética se fija a o se acopla a un actuador lineal o un ajustador (no mostrado). La disposición del primer componente 20 y el segundo componente 40 puede invertirse en algunos modos de realización, como se apreciará. En algunos modos de realización, el soporte 14 óptico tiene tres juntas 10 magnéticas que interactúan con un actuador lineal respectivo. En otro modo de realización capaz de una funcionalidad "tip-tilt" para la carga útil, el soporte 14 óptico tiene dos juntas 10 magnéticas que cada una interacciona con un actuador lineal o ajustador y una tercera junta 10 magnética se fija de forma estática a un punto de referencia de la carga 12 útil. Ejemplos de ajustadores y actuadores lineales incluyen cualquier combinación de dispositivos manuales o motorizados que incluyen pero no están limitados a tornillos, tornillos de paso fino, micrómetros, tornillos diferenciales, actuadores piezoeléctricos, tornillos de guía, tornillos de bola, tornillos de rodillo, cremallera y piñones, accionadores de cadena, accionadores de cinta, actuadores hidráulicos, actuadores neumáticos, accionadores de bobina de voz y lineales.

25 Para situar la carga 12 útil como se desee, uno o más de los actuadores lineales o ajustadores mueven su junta 10 magnética respectiva linealmente a lo largo de un eje Z. A medida que uno o más actuadores lineales mueven la junta 10 magnética, cada una de las juntas 10 magnéticas puede realizar un movimiento "tip-tilt" tal como se necesite para acomodar la posición de la carga 12 útil. Si la distancia entre cualquiera de las dos juntas 10 magnéticas cambia, la(s) junta(s) 10 magnética(s) puede(n) acomodar este cambio debido a que no está restringida lateralmente. Como tal, el primer componente 20 puede trasladarse y/o inclinarse con respecto al segundo componente, tal y como se expuso anteriormente con referencia a las figuras 2A-2D. Aunque la mayoría de los modos de realización de un soporte 14 óptico se espera que tenga los ajustadores y actuadores lineales actuando a lo largo de ejes Z paralelos, otros modos de realización pueden tener configuraciones diferentes. Independientemente de la dirección o tipo de accionamiento, algunos soportes 14 ópticos pueden utilizar una o más juntas 10 magnéticas no restringidas lateralmente tal y como se describió de forma variada en el presente documento para desacoplar el mecanismo de ajuste y/o de accionamiento de la carga 12 útil.

Cada una de las juntas 10 magnéticas de la figura 6 puede tener una de las configuraciones de ejemplo mostradas en las vistas en sección transversal de las figuras 7A-7D. La junta 10 magnética de la figura 7A tiene un primer componente con una primera superficie 26 de interfaz plana y un segundo componente 40 con una segunda superficie 46 de interfaz convexa (por ejemplo, semiesférica). Un ferrofluido 62 se dispone entre la primera superficie 26 de interfaz y la segunda superficie 46 de interfaz. La junta 10 magnética de la figura 7B tiene un primer componente con un material 60 de interfaz que define la primera superficie 26 de interfaz. El segundo componente 40 tiene una segunda superficie de interfaz convexa en contacto con el material 60 de interfaz, que es generalmente plana. La junta magnética de la figura 7C tiene un primer componente con una primera superficie 26 de interfaz cóncava y un segundo componente 40 con una segunda superficie 46 de interfaz convexa. El radio de curvatura de la primera superficie 26 cóncava de interfaz es mayor que el radio de curvatura de la segunda superficie 46 de interfaz convexa. La junta magnética de la figura 7D tiene un primer componente 20 con una primera superficie 26 de interfaz plana y un segundo componente 40 con una segunda superficie 46 de interfaz convexa. En cada uno de estos ejemplos, uno o ambos del primer componente 20 y el segundo componente 40 pueden estar hechos de o contener un material de imán permanente. En algunos modos de realización, el primer componente 20 es o contiene un imán permanente y el segundo componente está hecho de un acero ferromagnético u otro material ferromagnético. En general, las superficies convexas y cóncavas son esféricas, pero esto no es requerido. En algunos modos de realización, una superficie convexa o cóncava tiene un perfil en sección transversal circular, parabólico, hiperbólico, elíptico, en seno u otro perfil redondeado.

Disposiciones de ejemplo de juntas 10 magnéticas en un soporte 14 óptico se muestran en las figuras 8A-8C. La figura 8A ilustra un ejemplo de juntas 10 magnéticas dispuestas en un ángulo equilátero que proporciona un montaje simétrico de la carga 12 útil. En dicha disposición, las fuerzas que actúan en las juntas 10 magnéticas pueden balancearse bajo condiciones de funcionamiento uniformes. La figura 8B ilustra una disposición de juntas magnéticas con una disposición ortogonal o en forma de L que puede proporcionar accionamiento ortogonal durante el ajuste. Dicha disposición puede proporcionar un accionamiento "tip-tilt", como se apreciará. La figura 8C ilustra una disposición de juntas 10 magnéticas que proporciona el equivalente funcional de un montaje de cardan que minimiza la variación de longitud de trayectoria durante el ajuste. Se ha de observar que en esta disposición las juntas magnéticas tienen una disposición ortogonal o en forma de L con una junta 10a magnética ubicada en el centro de la carga 12 útil. Una línea a través de las juntas 10a y 10b magnéticas es perpendicular u ortogonal a una línea a través de las juntas 10a y 10c magnéticas.

Se pueden utilizar juntas 10 magnéticas no restringidas lateralmente en un soporte 14 óptico en combinación con otras juntas para lograr los grados de libertad deseados. Por ejemplo, dos juntas 10 magnéticas no restringidas lateralmente son suficientes para desacoplar lateralmente un mecanismo de ajuste y/o de accionamiento "tip-tilt" y "tip-tilt" de pistón del espejo, un soporte de espejo o cualquier otro tipo de carga 12 útil. La figura 9 ilustra una vista en sección de un cuarto en perspectiva de un soporte 14 óptico con una junta 10a de rótula (magnética o no magnética) y juntas 10b, 10c magnéticas. En este ejemplo, la junta 10a de rótula y las juntas 10b, 10c magnéticas están dispuestas ortogonalmente como se muestra en la figura 8C. La junta 10a de rótula tiene superficies de interfaz esféricas coincidentes y está ubicada en el centro de la carga 12 útil. Como resultado, la carga 12 útil está restringida lateralmente por la junta 10a de rótula en el centro de la carga 12 útil, mientras que las dos juntas 10b, 10c magnéticas no restringidas lateralmente desacoplan el accionamiento "tip-tilt" de la carga 12 útil.

Otras combinaciones de juntas restringidas y juntas 10 magnéticas no restringidas lateralmente son posibles. La función de las juntas 10 magnéticas no restringidas lateralmente es desacoplar lateralmente el mecanismo de ajuste y/o accionamiento del espejo, el soporte de espejo o cualquier otro tipo de carga útil, de acuerdo con algunos modos de realización.

La figura 10 ilustra una vista en sección de un cuarto en perspectiva de un soporte 14 óptico configurado como un espejo de escaneo con tres grados de libertad de ángulo amplio (algunas veces referido como un "escáner 3D"), de acuerdo con un modo de realización de la presente descripción. El soporte 14 óptico tiene tres actuadores 70 lineales ubicados simétricamente en una carcasa 71, que normalmente está hecha de un material no magnético. En este ejemplo, cada actuador 70 es uno de bobina de voces lineal que tiene partes estacionarias que incluyen una pieza 52 de polo central, un imán 53 permanente y una pieza 54 de polo superior. Las partes móviles del actuador 70 de bobina de voz incluyen un bastidor 55 de bobina y una bobina 56 de cable. El segundo componente 40 de la junta 10 magnética no restringida lateralmente se coloca en el extremo del bastidor 55 de bobina. El primer componente 20 de la junta 10 magnética se fija a la carga 12 útil (por ejemplo, un espejo).

En algunos modos de realización, el escáner 3D utiliza actuadores 70 de bobina de voz lineales que tienen una configuración de las orientaciones del polo norte-sur entre los imanes de la junta 10 magnética no restringida lateralmente y el(los) imán(es) 73 permanente(s) de la bobina de voz de manera que aumenta la fuerza de atracción magnética entre el primer componente 20 y el segundo componente 40 de la junta 10 magnética cuando el actuador 70 es accionado en contra de la carga 12 útil y disminuye cuando el actuador 70 es accionado hacia la carga 12 útil. En el modo de realización representado en la figura 10, esta condición se puede lograr cuando la dirección desde el polo sur al norte del imán 73 de bobina de voz es opuesta a la de la junta 10 magnética (por ejemplo, el primer componente 20 magnético). Dicho comportamiento aumenta el rango de aceleración que se puede utilizar y por lo tanto el ancho de banda del escáner 3D.

Otros modos de realización del escáner 3D pueden tener diferentes métodos y geometrías de accionamiento que incluyen pero no están limitados a, actuadores piezoeléctricos, motores eléctricos lineales, etc., siempre que dichos modos de realización utilicen una o más juntas 10 magnéticas no restringidas lateralmente para el montaje de la carga 12 útil, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente descripción. Numerosas variaciones y modos de 5 realización serán evidentes a la vista de la presente descripción.

Modos de realización de ejemplo adicionales

Los siguientes ejemplos pertenecen a modos de realización adicionales, a partir de los cuales serán evidentes numerosas permutaciones y configuraciones.

10 El ejemplo 1 es una junta magnética que comprende: un primer componente que tiene un primer cuerpo que se extiende a lo largo de un primer eje hasta una primera superficie de interfaz, la primera superficie de interfaz que define una primera curvatura; y un segundo componente que tiene un cuerpo que se extiende a lo largo de un segundo eje hasta una segunda superficie de interfaz convexa en contacto con la primera superficie de interfaz, la segunda 15 superficie de interfaz que define una segunda curvatura que es diferente de la primera curvatura; en donde al menos uno de, el primer componente y el segundo componente comprende un imán permanente y en donde el primer componente y el segundo componente se atraen magnéticamente entre sí. En algunos ejemplos, la junta magnética está provista en una forma desmontada donde la segunda superficie de interfaz convexa está configurada para situarse en contacto con la primera superficie de interfaz.

20 El ejemplo 2 incluye la materia del ejemplo 1, en donde el primer componente comprende el imán permanente y el segundo componente comprende un material ferromagnético, el primer imán permanente está magnetizado a lo largo del primer eje.

El ejemplo 3 incluye la materia del ejemplo 1, en donde el primer componente comprende un primer imán permanente magnetizado a lo largo del primer eje y el segundo componente comprende un segundo imán permanente magnetizado a lo largo del segundo eje.

25 El ejemplo 4 incluye la materia del ejemplo 1, en donde el segundo componente comprende el imán permanente y el primer componente comprende un material ferromagnético, en donde el imán permanente está magnetizado a lo largo del segundo eje.

El ejemplo 5 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-4, en donde el movimiento del primer componente no está restringido lateralmente con respecto al segundo componente.

30 El ejemplo 6 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-5, en donde la primera superficie de interfaz tiene un contacto puntual con la segunda superficie de interfaz.

El ejemplo 7 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-6, en donde el primer eje y el segundo eje son colineales cuando las fuerzas magnéticas entre el primer componente y el segundo componente están en equilibrio.

El ejemplo 8 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-7, en donde la primera superficie de interfaz es plana.

El ejemplo 9 incluye la materia del ejemplo 8, en donde la primera superficie de interfaz comprende zafiro.

35 El ejemplo 10 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-9 comprendiendo además un ferrofluido entre la primera superficie de interfaz y la segunda superficie de interfaz.

El ejemplo 11 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-10 comprendiendo además nitruro de titanio en al menos una de, la primera superficie de interfaz y la segunda superficie de interfaz.

40 El ejemplo 12 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-11, en donde la primera superficie de interfaz define un radio de curvatura y la segunda superficie de interfaz define un segundo radio de curvatura, la primera curvatura que es al menos el doble del segundo radio de curvatura.

El ejemplo 13 incluye la materia del ejemplo 12, en donde el primer radio de curvatura es al menos cuatro veces el segundo radio de curvatura.

45 El ejemplo 14 incluye la materia de cualquier ejemplo 12, en donde el primer radio de curvatura es al menos diez veces el segundo radio de curvatura.

El ejemplo 15 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-14, en donde la segunda superficie de interfaz tiene un perfil que es parte de un (i) círculo, (ii) una parábola, (iii) una hipérbola, (iv) una elipse o (v) una onda de seno.

El ejemplo 16 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-14, en donde la segunda superficie de interfaz abarca al menos 10° de una esfera.

ES 2 964 180 T3

- El ejemplo 17 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-14, en donde la segunda superficie de interfaz abarca al menos 15° de una esfera.
- El ejemplo 18 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-14, en donde la segunda superficie de interfaz abarca al menos 20° de una esfera.
- 5 El ejemplo 19 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-14, en donde la segunda superficie de interfaz abarca al menos 30° de una esfera.
- El ejemplo 20 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-19, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 5^\circ$.
- 10 El ejemplo 21 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-19, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 10^\circ$.
- El ejemplo 22 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-19, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 12,5^\circ$.
- El ejemplo 23 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-19, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 15^\circ$.
- 15 El ejemplo 24 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-23, en donde al menos uno de, el primer componente y el segundo componente es giratoriamente simétrico alrededor del respectivo primer eje o segundo eje.
- El ejemplo 25 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 1-24, comprendiendo además un actuador lineal acoplado a uno de, el primer componente y el segundo componente.
- 20 El ejemplo 26 incluye la materia del ejemplo 25, en donde la junta magnética puede articularse con tres grados de libertad.
- El ejemplo 27 es una junta magnética que comprende: un primer componente que tiene un primer cuerpo que se extiende a lo largo de un primer eje hasta un primer extremo distal, el primer extremo distal que define una primera superficie de interfaz; y un segundo componente que tiene un segundo cuerpo que se extiende a lo largo de un segundo eje hasta un segundo extremo distal, el segundo extremo distal que define una segunda superficie de interfaz convexa configurada para hacer contacto con la primera superficie de interfaz en un punto; en donde cuando la primera superficie de interfaz está dispuesta en las proximidades de la segunda superficie de interfaz, el primer componente y el segundo componente se atraen magnéticamente entre sí a lo largo de un eje de junta que es perpendicular a la primera superficie de interfaz y a la segunda superficie de interfaz.
- 25 El ejemplo 28 incluye la materia del ejemplo 27, en donde el movimiento del primer componente no está restringido lateralmente con respecto al segundo componente.
- 30 El ejemplo 29 incluye la materia del ejemplo 28, en donde el movimiento del primer componente está en una dirección perpendicular al eje de junta.
- El ejemplo 30 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-29, en donde la primera superficie de interfaz es plana.
- 35 El ejemplo 31 incluye la materia del ejemplo 30, en donde la primera superficie de interfaz es perpendicular al primer eje.
- El ejemplo 32 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-31, en donde cuando la primera superficie de interfaz es tangente a la segunda superficie de interfaz en un margen de la segunda superficie de interfaz, la primera superficie de interfaz define un ángulo con el segundo eje de menos de 85 grados.
- 40 El ejemplo 33 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-32, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 5^\circ$.
- El ejemplo 34 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-32, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 7,5^\circ$.
- 45 El ejemplo 35 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-32, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 10^\circ$.
- El ejemplo 36 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-32, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 12,5^\circ$.
- El ejemplo 37 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-32, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 15^\circ$.

ES 2 964 180 T3

El ejemplo 38 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-32, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 25^\circ$.

El ejemplo 39 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-32, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 35^\circ$.

- 5 El ejemplo 40 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-32, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 40^\circ$.

El ejemplo 41 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-40, en donde el primer componente comprende un imán permanente magnetizado a lo largo de un primer eje y el segundo componente comprende un material ferromagnético.

- 10 El ejemplo 42 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-40, en donde el segundo componente comprende un imán permanente magnetizado a lo largo del segundo eje y el primer componente comprende un material ferromagnético.

El ejemplo 43 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-40, en donde el primer componente comprende un primer imán permanente magnetizado a lo largo de un primer eje y el segundo componente comprende un segundo imán permanente magnetizado a lo largo del segundo eje.

- 15 El ejemplo 44 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-43, en donde el primer componente es giratoriamente simétrico alrededor del primer eje y el segundo componente es giratoriamente simétrico alrededor del segundo eje.

El ejemplo 45 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-44, comprendiendo además un actuador lineal acoplado al primer componente o al segundo componente.

- 20 El ejemplo 46 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 27-44, comprendiendo además: una carga útil fijada a uno de, el primer componente y el segundo componente; y un actuador lineal acoplado al otro de, el primer componente y el segundo componente, el actuador lineal configurado para mover la junta magnética a lo largo del primer eje o el segundo eje.

- 25 El ejemplo 47 incluye la materia del ejemplo 46, en donde la junta magnética puede articularse con tres grados de libertad.

El ejemplo 48 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 46 o 47, en donde la carga útil comprende un espejo.

- 30 El ejemplo 49 es una junta magnética no restringida lateralmente que comprende: un primer componente que comprende un material de imán permanente; y un segundo componente que comprende un material de imán permanente o ferromagnético, en donde el primer componente y el segundo componente son atraídos magnéticamente entre sí y en donde el primer componente y el segundo componente interactúan a través de superficies de interfaz continuas de diferente curvatura para formar y mantener un contacto puntual a través de un rango de accionamiento angular y lateral.

El ejemplo 50 incluye la materia del ejemplo 49, en donde el primer componente es libre de articularse con respecto al segundo componente dentro de las restricciones de las superficies de interfaz continuas.

- 35 El ejemplo 51 incluye la materia del ejemplo 49, en donde la primera superficie de interfaz es plana.

El ejemplo 52 incluye la materia del ejemplo 51, en donde la primera superficie de interfaz incluye un material de interfaz no magnético. Por ejemplo, el material de interfaz no magnético es el zafiro.

El ejemplo 53 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 49-52, comprendiendo además un ferrofluido entre la primera superficie de interfaz y la segunda superficie de interfaz.

- 40 El ejemplo 54 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 49-53, en donde el primer componente es giratoriamente simétrico alrededor del primer eje y el segundo componente es giratoriamente simétrico alrededor del segundo eje.

El ejemplo 55 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 49-54, comprendiendo además: una carga útil acoplada al primer componente; y un actuador lineal acoplado al segundo componente, en donde la unión magnética no restringida lateralmente desacopla lateralmente el actuador lineal de la carga útil.

- 45 El ejemplo 56 es un sistema que comprende: una carga útil que tiene una primera superficie y una segunda superficie opuesta; al menos un actuador lineal; y una junta magnética entre la carga útil y el al menos un actuador lineal, la junta magnética que incluye un primer componente con un primer cuerpo que se extiende a lo largo de un primer eje hasta un primer extremo distal que define una primera superficie de interfaz que tiene un primer radio de curvatura y un segundo componente con un segundo cuerpo que se extiende a lo largo de un segundo eje hasta un segundo extremo distal que define una segunda superficie de interfaz convexa en contacto con la primera superficie de interfaz, la segunda superficie de interfaz que define un segundo radio de curvatura que es diferente del primer radio de curvatura,

- 50

en donde al menos uno de, el primer componente y el segundo componente, comprende un imán permanente; en donde el primer componente no está restringido lateralmente con respecto al segundo componente.

5 El ejemplo 57 incluye la materia del ejemplo 56, en donde el primer componente y el segundo componente son atraídos magnéticamente entre sí a lo largo de un eje de junta que se extiende perpendicularmente a la primera superficie de interfaz y a la segunda superficie de interfaz.

El ejemplo 58 incluye la materia del ejemplo 56 o 57, en donde la primera superficie de interfaz es plana.

El ejemplo 59 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-58, en donde la segunda superficie de interfaz tiene un perfil que es uno de, circular, parabólico, hiperbólico y elíptico.

10 El ejemplo 60 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-59, en donde la primera superficie de interfaz tiene un contacto puntual con la segunda superficie de interfaz.

El ejemplo 61 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-60, en donde el al menos un actuador incluye un primer actuador lineal acoplado a una primera junta magnética no restringida lateralmente y un segundo actuador lineal acoplado a una segunda junta magnética no restringida lateralmente.

15 El ejemplo 62 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-61, en donde el al menos un actuador comprende una bobina de voz.

El ejemplo 63 incluye la materia del ejemplo 61 o 62 en donde un campo magnético del actuador lineal está configurado de manera que aumenta la atracción magnética entre el primer componente y el segundo componente cuando el actuador mueve la carga útil hacia el actuador lineal.

20 El ejemplo 64 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 61-63, comprendiendo además una junta adicional acoplada a la carga útil, en donde la junta adicional, la primera junta magnética no restringida lateralmente y la segunda junta magnética no restringida lateralmente se acoplan a la primera superficie de la carga útil en una disposición triangular.

El ejemplo 65 incluye la materia del ejemplo 64, en donde la disposición triangular define un triángulo equilátero.

El ejemplo 66 incluye la materia del ejemplo 64, en donde la disposición triangular define un triángulo recto.

25 El ejemplo 67 incluye la materia del ejemplo 66, en donde la junta adicional está acoplada a un centro de la primera superficie.

El ejemplo 68 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 64-67, en donde la junta adicional es una junta de rótula.

30 El ejemplo 69 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 64-67, en donde la junta adicional es una tercera junta magnética no restringida lateralmente.

El ejemplo 70 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 64-69, comprendiendo además un tercer actuador lineal acoplado a la junta adicional.

El ejemplo 71 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-70, en donde la carga útil comprende un espejo.

35 El ejemplo 72 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-71, en donde la carga útil tiene un rango de accionamiento de inclinación de al menos 5 grados.

El ejemplo 73 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-71, en donde la carga útil tiene un rango de accionamiento de inclinación de al menos 7,5 grados.

El ejemplo 74 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-71, en donde la carga útil tiene un rango de accionamiento de inclinación de al menos 10 grados.

40 El ejemplo 75 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-71, en donde la carga útil tiene un rango de accionamiento de inclinación de al menos 12,5 grados.

El ejemplo 76 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-71, en donde la carga útil tiene un rango de accionamiento de inclinación de al menos 15 grados.

El ejemplo 77 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-71, en donde la carga útil tiene un rango de accionamiento de inclinación de al menos 17,5 grados.

El ejemplo 78 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-71, en donde la carga útil tiene un rango de accionamiento de inclinación de al menos 20 grados.

- 5 El ejemplo 79 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-78, comprendiendo además un ferrofluido entre la primera superficie de interfaz y la segunda superficie de interfaz.

El ejemplo 80 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 56-79, al menos una de, la primera superficie de interfaz y la segunda superficie de interfaz incluye una capa de nitruro de titanio.

- 10 El ejemplo 81 es un espejo de escaneo que comprende: un espejo; tres juntas acopladas al espejo, al menos una de las juntas que comprende una junta magnética no restringida lateralmente que incluye un primer componente y un segundo componente, en donde el primer componente es atraído magnéticamente al segundo componente; y unos medios de ajuste lineal acoplados a cada junta magnética no restringida lateralmente, los medios de ajuste lineal que tienen un campo magnético configurado para aumentar la atracción magnética entre el primer componente y el segundo componente cuando los medios de ajuste lineal mueven el espejo hacia los medios de ajuste lineal.

- 15 El ejemplo 82 incluye la materia del ejemplo 81, en donde cada una de las juntas magnéticas no restringida lateralmente funciona para desacoplar lateralmente los medios de ajuste lineal del espejo.

El ejemplo 83 incluye la materia del ejemplo 81 u 82, en donde el primer componente se extiende a lo largo de un primer eje hasta una primera superficie de interfaz y el segundo componente se extiende a lo largo de un segundo eje hasta una segunda superficie de interfaz convexa en contacto puntual con la primera superficie de interfaz.

- 20 El ejemplo 84 incluye la materia de cualquiera de los ejemplos 81-83, en donde al menos uno de, el primer componente y el segundo componente comprende un imán permanente.

- 25 La descripción anterior de modos de realización de ejemplo se ha presentado con propósitos de ilustración y descripción. No pretende ser exhaustiva o limitar la presente descripción a las formas precisas descritas. Muchas modificaciones y variaciones son posibles a la vista de la descripción. Se pretende que el alcance de la presente descripción esté limitado no por esta descripción detallada sino más bien por las reivindicaciones adjuntas a la misma. Las solicitudes presentadas posteriormente que reivindican prioridad de esta solicitud pueden reivindicar la materia descrita de una manera diferente y en general pueden incluir cualquier conjunto de una o más limitaciones tal como se describen de forma variada o se muestran de otro modo en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Una junta (10) magnética que comprende:
- un primer componente (20) que comprende un material de imán (73) permanente; y
- 5 un segundo componente (40) que comprende un material de imán (73) permanente o ferromagnético, en donde el primer componente (20) y el segundo componente (40) se atraen magnéticamente entre sí, en donde
- el primer componente (20) tiene un primer cuerpo (22) que se extiende a lo largo de un primer eje (24) hasta una primera superficie (26) de interfaz continua, la primera superficie (26) de interfaz continua que define un primer radio (R1) de curvatura; y
- 10 el segundo componente (40) tiene un cuerpo (42) que se extiende a lo largo de un segundo eje (44) hasta una segunda superficie (46) de interfaz continua convexa en contacto con la primera superficie (26) de interfaz continua, las segundas superficie (46) de interfaz continua que define un segundo radio (R2) de curvatura que es diferente del primer radio (R1) de curvatura,
- y en donde el primer componente (20) y el segundo componente (40) no están restringidos lateralmente e interaccionan a través de la primera y segunda superficies (26, 46) de interfaz continuas para mantener un contacto puntual a través
- 15 de un rango de un accionamiento angular y lateral; y
- un actuador lineal acoplado a y dispuesto para accionar uno de, el primer y segundo componentes, caracterizado por que el primer componente (20) es giratoriamente simétrico alrededor del primer eje (24) y el segundo componente (40) es giratoriamente simétrico alrededor del segundo eje (44) y en donde las fuerzas magnéticas laterales están en una condición de equilibrio cuando el primer eje (24) y el segundo eje (44) son colineales y en donde un desplazamiento
- 20 de pivote o un desplazamiento lateral del primer componente (20) con respecto al segundo componente (40) tiene como resultado una fuerza (F_B) magnética hacia la condición de equilibrio.
2. La junta (10) magnética de la reivindicación 1, en donde la primera superficie (26) de interfaz es plana y la segunda superficie (46) de interfaz es convexa.
3. La junta (10) magnética de la reivindicación 2, en donde la segunda superficie (46) de interfaz tiene un perfil que es parte de un (i) círculo, (ii) una parábola, (iii) una hipérbola, (iv) una elipse o (v) una onda de seno.
- 25 4. La junta (10) magnética de la reivindicación 2, en donde la primera superficie (26) de interfaz incluye un material (60) de interfaz no magnético.
5. La junta (10) magnética de la reivindicación 1, en donde el primer componente (20) es libre de articularse con respecto al segundo componente (40) dentro de las restricciones de las superficies (26, 46) de interfaz continuas.
- 30 6. La junta (10) magnética de la reivindicación 1, en donde el primer componente (20) es atraído magnéticamente hacia el segundo componente (40) a lo largo de un eje (J) de junta que se extiende perpendicularmente a la primera superficie (26) de interfaz y a la segunda superficie (46) de interfaz.
7. La junta magnética de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la junta magnética tiene un rango de articulación de al menos $\pm 7,5^\circ$.
- 35 8. La junta (10) magnética de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que además comprende un ferrofluido (62) entre las superficies (26, 46) de interfaz.
9. La junta (10) magnética de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera superficie (26) de interfaz continua es cóncava.
- 40 10. La junta (10) magnética de la reivindicación 9, en donde el primer radio de curvatura de la primera superficie (26) de interfaz continua es mayor que el segundo radio de curvatura de la segunda superficie (46) de interfaz continua.
11. Un soporte (14) óptico que comprende tres juntas magnéticas no restringidas lateralmente dispuestas para definir un plano, cada una de las tres juntas magnéticas no restringidas lateralmente que comprende:
- un primer componente (20) que comprende un material de imán (73) permanente; y

un segundo componente (40) que comprende un material de imán (73) permanente o ferromagnético, en donde el primer componente (20) y el segundo componente (40) se atraen magnéticamente entre sí, en donde

5 el primer componente (20) tiene un primer cuerpo (22) que se extiende a lo largo de un primer eje (24) hasta una primera superficie (26) de interfaz continua, la primera superficie (26) de interfaz continua que define un primer radio (R1) de curvatura; y

el segundo componente (40) tiene un cuerpo (42) que se extiende a lo largo de un segundo eje (44) hasta una segunda superficie (46) de interfaz continua convexa en contacto con la primera superficie (26) de interfaz continua, las segundas superficie (46) de interfaz continua que define un segundo radio (R2) de curvatura que es diferente del primer radio (R1) de curvatura,

10 y en donde el primer componente (20) y el segundo componente (40) interactúan a través de la primera y segunda superficies (26, 46) de interfaz continuas para mantener un contacto puntual a través de un rango de un accionamiento angular y lateral;

una carga (12) útil que tiene una primera superficie y una segunda superficie opuesta; y

15 al menos un actuador (70) lineal conectado a una o más de las tres juntas magnéticas no restringidas lateralmente, en donde la junta (10) magnética está entre la carga (12) útil y cada uno del al menos un actuador (70) lineal, en donde el primer componente (20) es giratoriamente simétrico alrededor del primer eje (24) y el segundo componente (40) es giratoriamente simétrico alrededor del segundo eje (44) y en donde las fuerzas magnéticas laterales están en una condición de equilibrio cuando el primer eje (24) y el segundo eje (44) son colineales y en donde un desplazamiento de pivote o un desplazamiento lateral del primer componente (20) con respecto al segundo componente (40) tiene como resultado una fuerza (F_B) magnética hacia la condición de equilibrio.

20 12. El soporte (14) óptico de la reivindicación 11, en donde el al menos un actuador (70) incluye un primer actuador (70) lineal acoplado a una primera junta magnética no restringida lateralmente y un segundo actuador (70) lineal acoplado a una segunda junta (10) magnética no restringida lateralmente.

13. El montaje (14) óptico de la reivindicación 11 o 12, en donde la carga (12) útil comprende un espejo.

25

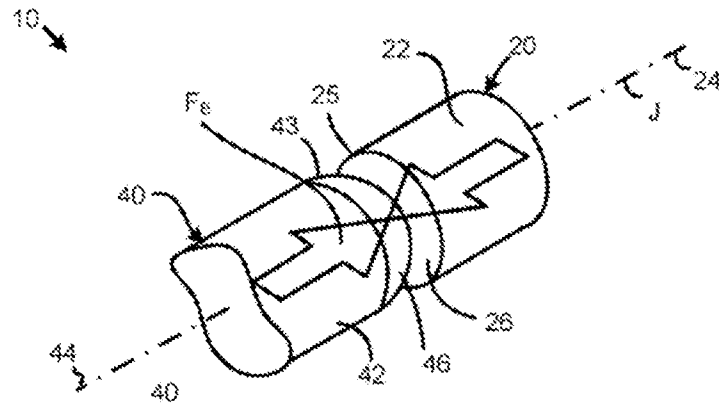


FIG. 1A

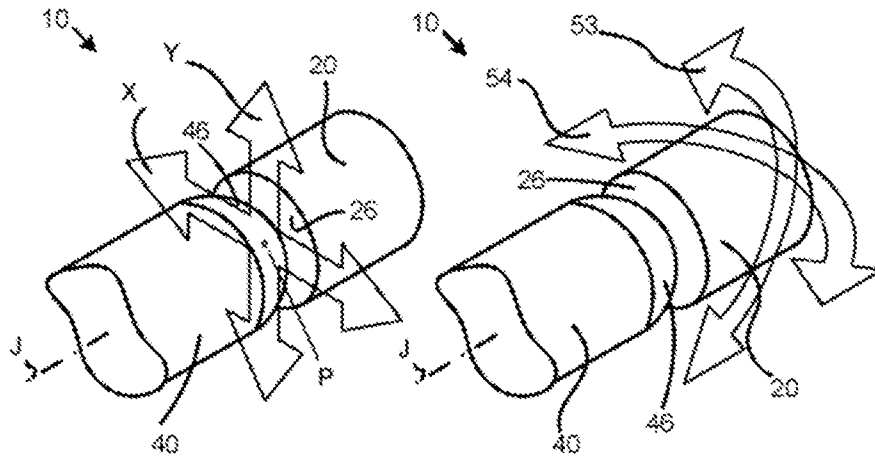


FIG. 1B

FIG. 1C

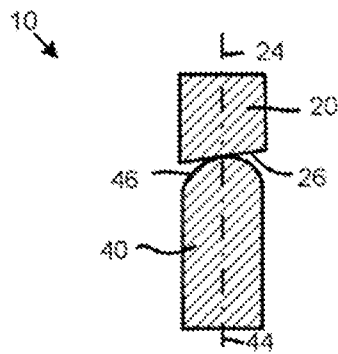


FIG. 1D

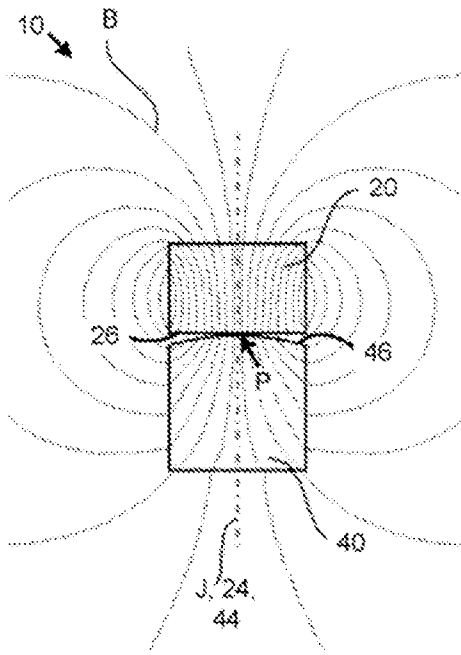


FIG. 2A

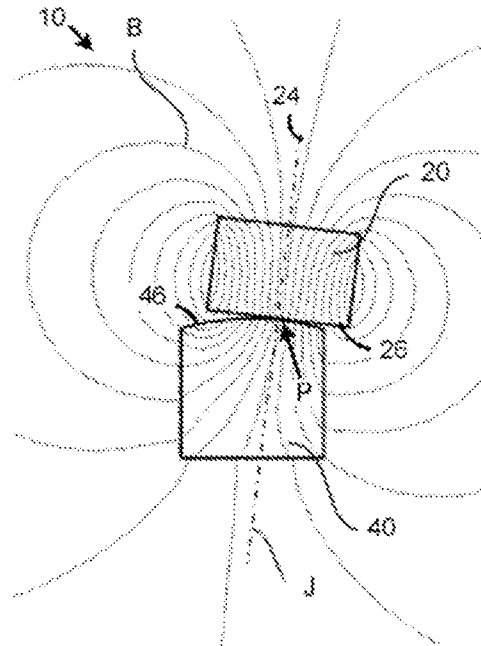


FIG. 2B

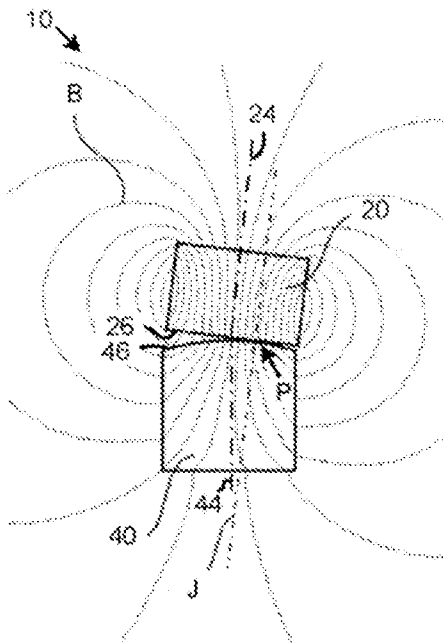


FIG. 2C

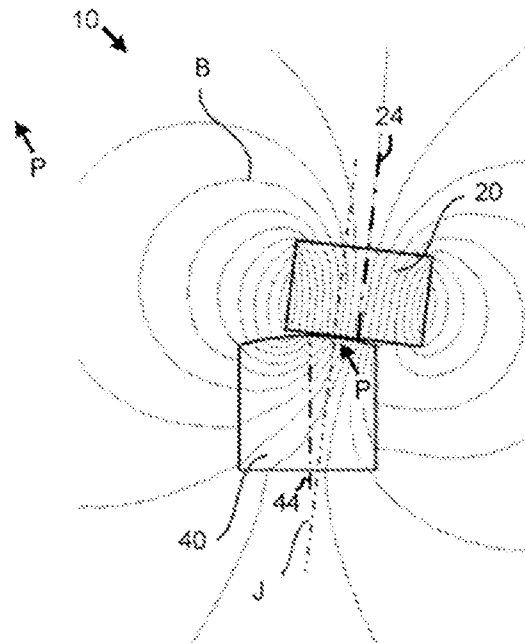


FIG. 2D

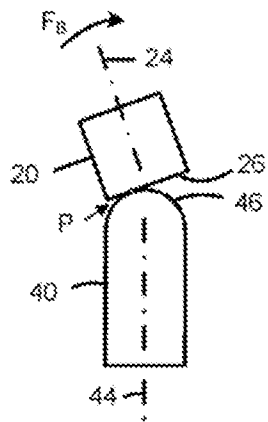


FIG. 3A

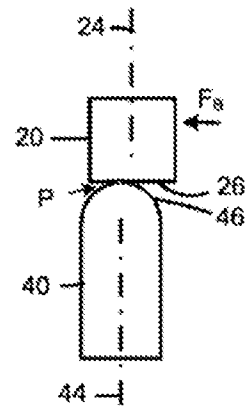


FIG. 3B

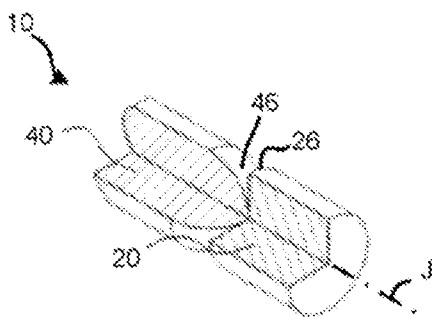


FIG. 4A

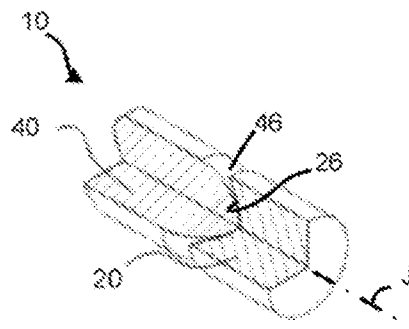


FIG. 4B

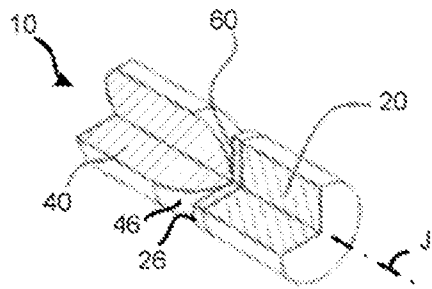


FIG. 4C

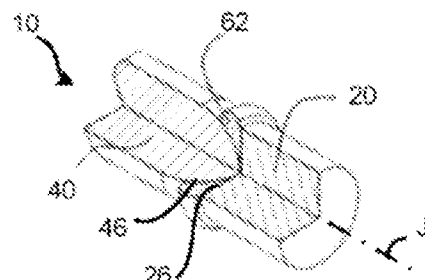


FIG. 4D

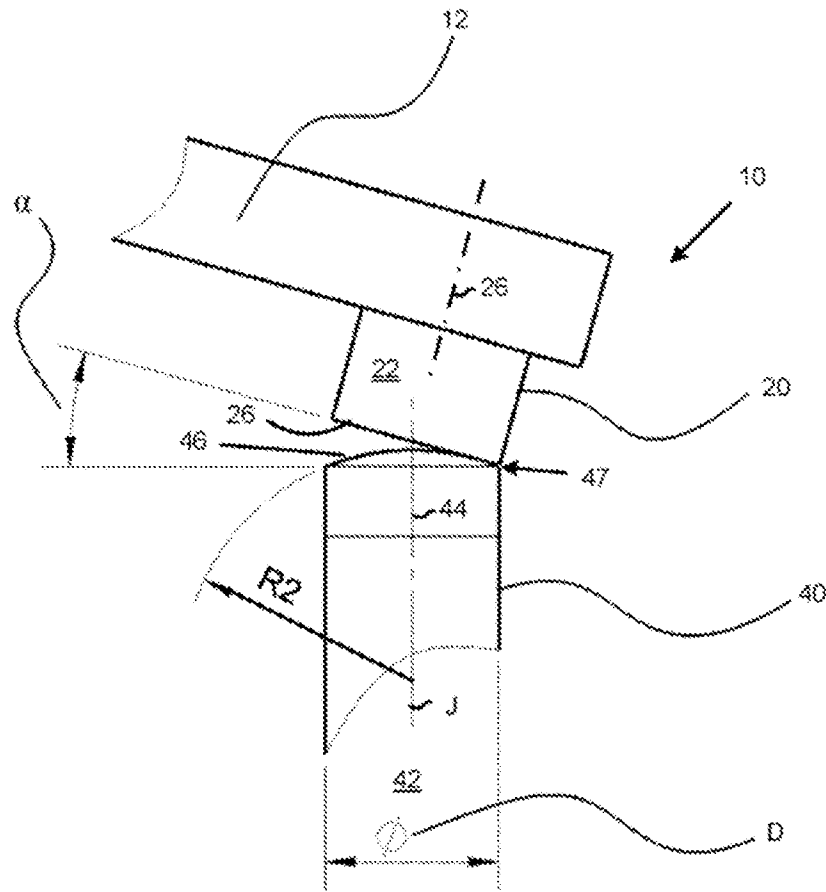


FIG. 5

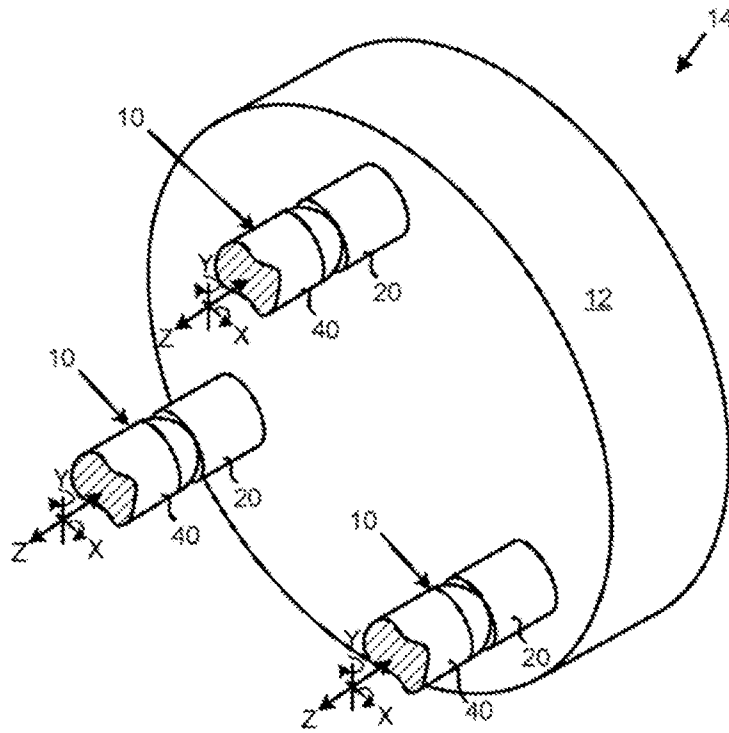


FIG. 6

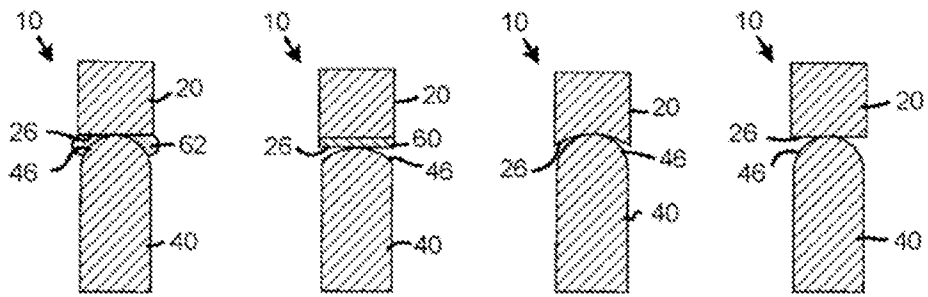


FIG. 7A

FIG. 7B

FIG. 7C

FIG. 7D

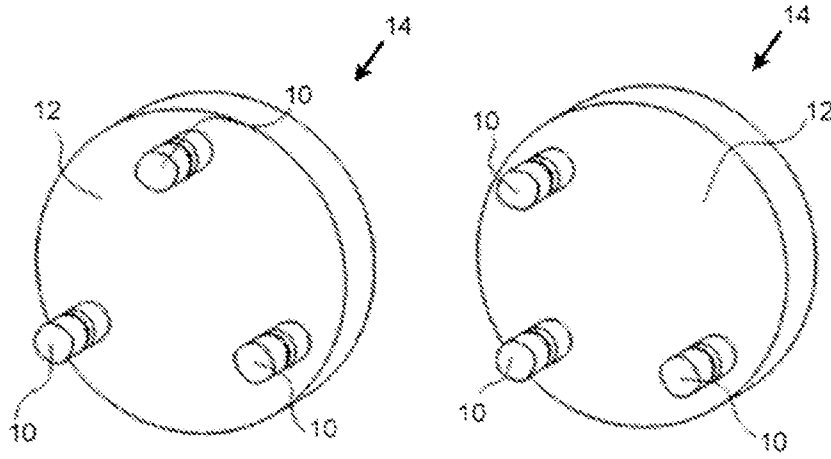


FIG. 8A

FIG. 8B

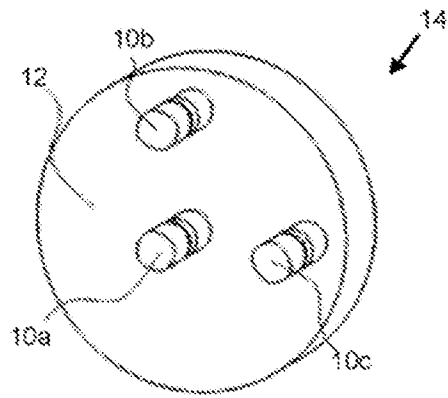


FIG. 8C

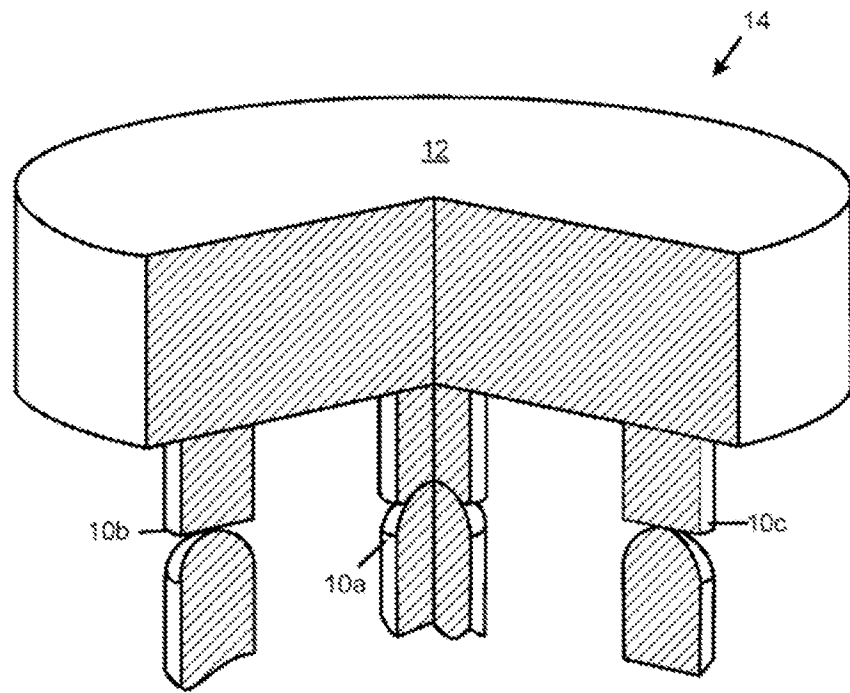


FIG. 9

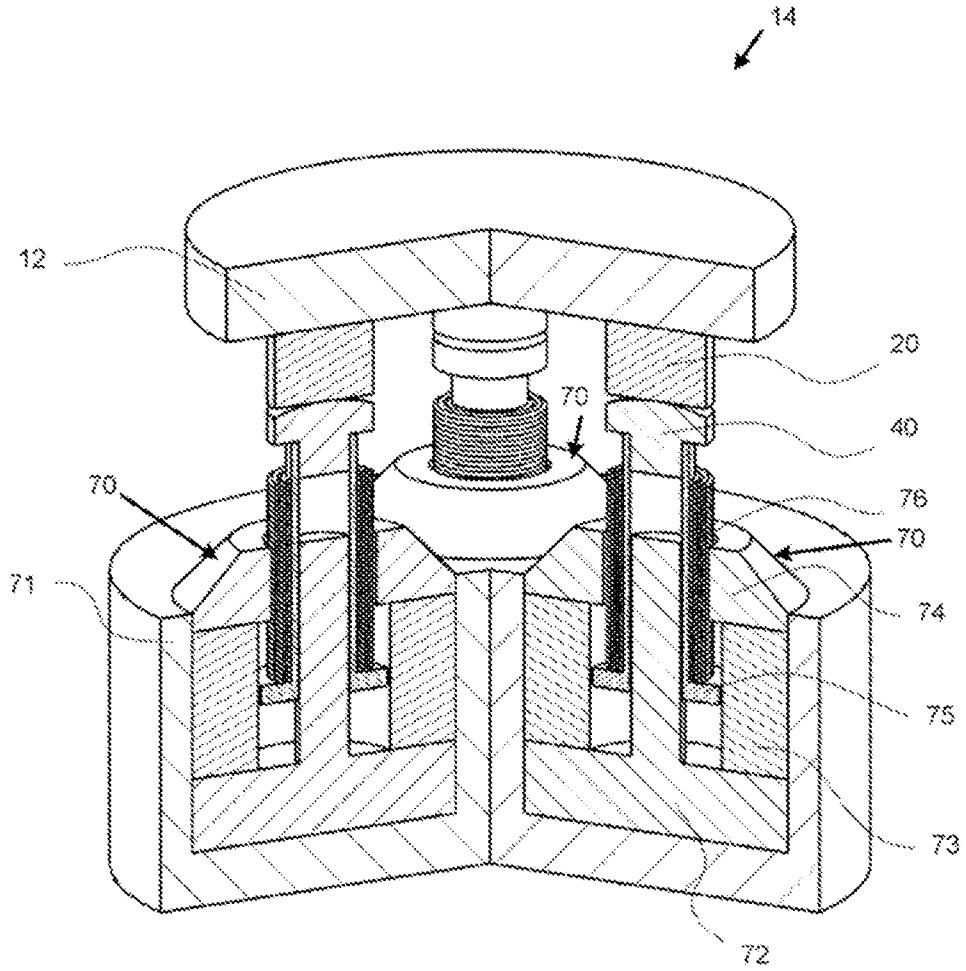


FIG. 10