



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 125**

51 Int. Cl.:
F16M 11/14 (2006.01)
F16M 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07733279 .9**
96 Fecha de presentación : **19.06.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2032888**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.03.2009**

54 Título: **Suspensión cardánica mejorada.**

30 Prioridad: **19.06.2006 GB 0612110**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.06.2011

73 Titular/es: **Carel van der Walt**
2 Beaufort Gardens
London SW3 1PU, GB

72 Inventor/es: **Van der Walt, Carel**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 361 125 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

Suspensión cardánica mejorada.

Esta invención se refiere a un diseño de suspensión cardánica mejorada y, en particular, a una suspensión cardánica mejorada destinada al montaje de un sensor óptico tal como una cámara.

5 A fin de permitir que un sensor se haga rotar independientemente alrededor de dos ejes ortogonales o perpendiculares, los diseños de suspensión cardánica conocidos están basados en la solución general de disponer dos plataformas o cajas, cada una de las cuales se monta en un conjunto independiente de cojinetes y dispositivos de accionamiento con el fin de controlar la rotación alrededor de uno de los ejes, de tal manera que la plataforma interior se monta en la plataforma exterior al objeto de permitir al sensor rotar independientemente alrededor de los dos ejes ortogonales. Similarmente, a fin de permitir que un sensor se haga rotar independiente alrededor de tres ejes ortogonales, se utilizan tres plataformas montadas sucesivamente unas sobre otras.

10 Se presentan diversos problemas con esta solución. El elevado número de componentes convierte a las disposiciones de suspensión cardánica conocidas en irrealizables, caras y complejas de ensamblar. Por otra parte, el elevado número de componentes hace difícil reducir la escala de la suspensión cardánica para sensores de pequeño tamaño.

15 El documento US 5.476.018 describe un motor de rotor esférico en el que la rotación del rotor es impulsada por la interacción de un conjunto de imanes permanentes con un conjunto de electroimanes. En todas las realizaciones ilustradas en los dibujos, los imanes permanentes están montados en el rotor y los electroimanes están montados en el estator.

20 La presente invención se ha realizado con la intención de superar, al menos en parte, estos problemas.

En un primer aspecto, la invención proporciona una disposición de suspensión cardánica que comprende:

un receptáculo que tiene una superficie interna de casquete de esfera, con un primer radio;

una bola, situada dentro del receptáculo y que tiene una superficie externa de casquete de esfera, con un segundo radio que es más pequeño que el primer radio;

25 un primer conjunto geoméricamente ordenado de electroimanes, montados en la superficie externa de la bola;

un segundo conjunto geoméricamente ordenado de electroimanes, montados en la superficie interna del receptáculo; y

30 medios para suministrar potencia selectivamente a electroimanes diferentes de los electroimanes de los dos conjuntos geoméricamente ordenados, a fin de soportar la bola en el interior del receptáculo por repulsión magnética mutua entre algunos electroimanes de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados, en una posición en la que las superficies de casquete de esfera de la bola y del receptáculo son sustancialmente concéntricas, y para controlar la orientación de la bola con respecto al receptáculo por interacción magnética entre diferentes electroimanes de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados.

35 Se describirá a continuación una realización preferida de la invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a las figuras esquemáticas que se acompañan, en las cuales:

la Figura 1 muestra una vista lateral de una cámara montada en suspensión cardánica, de acuerdo con una primera realización de la invención;

la Figura 2 muestra una vista frontal de la cámara montada en suspensión cardánica de la Figura 1;

40 la Figura 3 muestra una vista en corte transversal de la cámara montada en suspensión cardánica de la Figura 1;

la Figura 4 muestra un ejemplo de configuraciones de fuerza magnética que se utilizan en la cámara montada en suspensión cardánica de la Figura 1; y

la Figura 5 muestra una vista lateral de una cámara montada en suspensión cardánica de acuerdo con una segunda realización de la invención.

45 La presente invención está basada en el concepto general de formar un montaje en suspensión cardánica para una bola esférica interior y un receptáculo esférico exterior, de tal manera que la bola y el receptáculo son concéntricos y la bola se dispone suspendida y se hace rotar dentro del receptáculo por medio de una pluralidad de electroimanes dispuestos en las superficies opuestas de la bola y el receptáculo.

50 En las Figuras 1 a 4 se muestra un ejemplo de un conjunto de cámara de vídeo 1 montada en suspensión cardánica de acuerdo con una primera realización de la presente invención y que permite tres ejes de rotación. La Figura 1

muestra una vista lateral del conjunto de cámara 1 y la Figura 2 muestra una vista frontal.

El conjunto de cámara 1 comprende una bola esférica, interior y hueca 2, que tiene una cavidad interna 3 que alberga una cámara de vídeo. La cámara de vídeo tiene un campo de visión hacia el exterior desde una primera abertura delantera 4 existente en la bola 2. La bola 2 está montada dentro de un receptáculo de casquete de esfera 6 que tiene una superficie interna concéntrica con la bola 2, y una primera abertura delantera 8 que define los límites del campo de visión de la cámara de vídeo.

La superficie externa de la bola 2 está sustancialmente cubierta por un primer conjunto geoméricamente ordenado de electroimanes 5, y la superficie interna del receptáculo 6 está cubierta por un segundo conjunto geoméricamente ordenado de electroimanes 7. Los electroimanes 5 y 7 están situados en, o cerca de, las superficies respectivas de la bola 2 y del receptáculo 6 con el fin de minimizar la separación entre los electroimanes 5 y 7 de los dos conjuntos geoméricamente ordenados y maximizar así la intensidad de su interacción. La posición precisa de los electroimanes 5 y 7 en relación con las superficies respectivas de la bola 2 y del receptáculo 6 no es crucial para la invención. Los electroimanes 5 y 7 pueden disponerse sobre las respectivas superficies, a nivel o enrasados con las superficies, o por debajo de las superficies, según se desee, por ejemplo, con el fin de proteger los electroimanes o para permitir una fabricación apropiada.

La bola 2 y el receptáculo 6 pueden estar hechos de cualquier material adecuado, por ejemplo, metal, material cerámico o un material plástico. Los métodos de fabricación que se empleen para formar la bola 2 y el receptáculo 6 dependerán, en parte, de los materiales que se escojan, pero ejemplos de posibles técnicas son la rectificación, la colada y el moldeo. Con el fin de simplificar la fabricación del conjunto, se preferirá, por lo común, formar cada uno de la bola 2 y el receptáculo 6 en varias secciones que se aseguren entre sí durante la fabricación.

Durante el uso, la bola 2 se mantiene suspendida o levitante en el interior del receptáculo 6 por la repulsión magnética mutua entre los electroimanes 5 y 7 de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados. Este soporte de la bola 2 por repulsión magnética, sin contacto físico entre la bola 2 y el receptáculo 6, elimina el rozamiento entre la bola 2 y el receptáculo y permite un movimiento suave y altamente controlable de la bola 2.

El movimiento angular u orientación de la bola 2 dentro del receptáculo 6 se modifica y controla mediante un control independiente de la intensidad y la polaridad de los campos magnéticos emitidos por electroimanes diferentes de entre los electroimanes 5 y 7. En la realización que se divulga, la intensidad y la polaridad de los campos magnéticos emitidos por electroimanes diametralmente opuestos 5 y 7 de cada uno de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados, se controlan de manera que sean las mismas. Se prefiere esta "reproducción especular" de los electroimanes 5 y 7 de los lados opuestos del aparato 1 con el fin de asegurarse de que la levitación de la bola 2 no se vea obstaculizada por los cambios en la intensidad y en la polaridad de los campos magnéticos emitidos por electroimanes diferentes de entre los electroimanes 5 y 7, y contribuya a conservar el movimiento de la bola 2 suave y predecible. Esto no es, sin embargo, esencial.

Preferiblemente, la superficie externa del receptáculo 6 y la superficie interna de la bola 2 están cubiertas por un material de apantallamiento electromagnético o una estructura compuesta de apantallamiento EM [electromagnético], constituida por un cierto número de capas de diferentes materiales. Este apantallamiento EM evitará que las señales electromagnéticas emitidas por los electroimanes 5 y 7 escapen del conjunto y actúen como una fuente de señales electromagnéticas o de interferencias, o que afecten al funcionamiento de la cámara de vídeo. Por otra parte, el apantallamiento EM evitará que el funcionamiento del conjunto se vea afectado por fuentes externas de interferencia EM.

En la realización que se ilustra, cada uno de los conjuntos geoméricamente ordenados de electroimanes 5 y 7 es un conjunto regular en el que cada electroimán está rodeado por seis electroimanes uniformemente separados y equidistantes. Se espera que esta sea una disposición particularmente útil. Es posible utilizar, sin embargo, otras disposiciones de los conjuntos geoméricamente ordenados de electroimanes 5 y 7.

Aunque no es esencial, se prefiere la disposición de los electroimanes 5 y 7 de los conjuntos geoméricamente ordenados en configuraciones simétricas y regulares, y el uso de una misma configuración para ambos conjuntos geoméricamente ordenados. Esto simplificará el control del movimiento de la bola 2.

En la Figura 1, la bola 2 se muestra en una posición en la que los electroimanes 5 y 7 de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados se superponen unos sobre otros. Se comprenderá que, por razones geométricas, a fin de que los electroimanes 5 y 7 de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados se superpongan unos sobre otros, es necesario que los electroimanes 5 y 7 de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados estén dispuestos en la misma configuración y, también, que la distancia de separación de los electroimanes 5 y 7 de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados sea ligeramente diferente. La separación entre los electroimanes 5 del segundo conjunto geoméricamente ordenado sobre la superficie del receptáculo 6 es mayor que la distancia de separación entre los electroimanes 5 del primer conjunto geoméricamente ordenado sobre la superficie de la bola 2, de tal modo que los electroimanes 5 y 7 correspondientes de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados tienen la misma posición radial con respecto al centro en torno al cual son concéntricos la bola 2 y el receptáculo 6.

Si bien la bola esférica 2 y el receptáculo de casquete de esfera 6 se han descrito en lo anterior como concéntricos, solo serán concéntricos cuando la bola 2 se mantenga suspendida dentro del receptáculo 6 por repulsión magnética. A fin de permitir el movimiento de la bola 2 dentro del receptáculo 6, es necesario tener al menos un pequeño espacio de separación o intersticio anular entre la superficie externa de la bola 2 y la superficie interna del receptáculo 6. Como resultado de ello, cuando los electroimanes 5 y 7 no son alimentados con energía, la bola 2 reposará en contacto con la superficie de fondo del receptáculo 6, y la bola 2 y el receptáculo 6 no serán entonces exactamente concéntricos.

A fin de evitar daños en los electroimanes 5 y 7 en el caso de que las superficies opuestas de la bola 2 y el receptáculo 6 entren en contacto, por ejemplo, cuando los electroimanes 5 y 7 no se están alimentando energéticamente y el peso de la bola 2 es soportado por la superficie del receptáculo 6, o en el caso de que el conjunto de cámara 1 se someta a una aceleración suficiente para superar las fuerzas magnéticas repulsivas y lleve la bola 2 a contacto con la superficie del receptáculo 6, se prefiere que la superficie externa de la bola 2 y la superficie interna del receptáculo 6 sean lisas y, en particular, que los electroimanes 5 y 7 no sobresalgan de las superficies de la bola 2 y del receptáculo 6. Por otra parte, las superficies opuestas de la bola 2 y del receptáculo 6 pueden ser lubricadas por medio de la formación de una o más superficies a partir de un material autolubrificante o que tiene un revestimiento lubricante.

En las realizaciones que se ilustran, los electroimanes 5 y 7 están embebidos o encastrados en la superficie externa de la bola 2 y en la superficie interna del receptáculo 6, respectivamente, de tal manera que las superficies opuestas de los electroimanes 5 y 7 están a nivel o enrasadas con las respectivas superficies de la bola 2 y del receptáculo 6. Esta disposición se prefiere con el fin de minimizar la separación entre los electroimanes 5 y 7 de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados. Las fuerzas magnéticas disminuyen con la distancia, de modo que la minimización de esta distancia de separación minimizará el tamaño y el consumo de energía de los electroimanes 5 y 7. Sin embargo, en algunas aplicaciones, puede preferirse disponer los electroimanes 5 y 7 encastrados dentro de las superficies de la bola 2 y del receptáculo 6 de manera tal, que las superficies opuestas de los electroimanes 5 y 7 estén cubiertas por una delgada capa superficial. Esta disposición puede ser deseable para proteger los electroimanes 5 y 7 de los daños medioambientales.

El diámetro exterior de la bola 2 es mayor que la primera abertura 8 del receptáculo 6, de tal manera que la bola 2 no puede liberarse o salir accidentalmente del receptáculo 6 bajo ninguna circunstancia. A fin de permitir el ensamblaje del conjunto de cámara 1, el receptáculo está formado por tres secciones que se ensamblan en torno a la bola 2. Los juntas de unión 14 entre las secciones del receptáculo 6 se muestra en la Figura 2.

En funcionamiento, un sistema de control, no mostrado, controla individualmente la magnitud de la potencia suministrada a cada electroimán 5 y 7, a fin de controlar el movimiento de la bola 2 dentro del receptáculo 6. Con el fin de suministrar potencia desde el sistema de control a los electroimanes 5 del primer conjunto geoméricamente ordenado, y también para permitir que las señales de la cámara de vídeo se envíen para su procesamiento o tratamiento, un cable de potencia y de datos 9 pasa desde la bola 2 y a través del receptáculo 6 para su conexión a un sistema externo de potencia, control y tratamiento de señal, el cual no se ha mostrado en las figuras en aras de la claridad.

El cable 9 está conectado, dentro de la bola 2, a la cámara de vídeo y a los electroimanes individuales 5, si bien no se muestran los detalles de las conexiones dentro de la bola 2. El cable 9 pasa a través de una segunda abertura 10, trasera, existente en la bola 2, y a través de una segunda abertura 11, trasera, existente en el receptáculo 6. El intervalo de posible movimiento de la bola 2 dentro del receptáculo 6 viene limitado, en último término, por los tamaños de los orificios 10 y 11 y por la longitud del cable 9. Este grado de movimiento físico de la bola 2 con respecto al receptáculo 6 no está directamente ligado con, o es automáticamente el mismo que, el límite del campo de visión de la cámara de vídeo, establecido por el tamaño de la primera abertura delantera 8 del receptáculo 6. Sin embargo, se preferirá, por lo común, diseñar el aparato de tal manera que el intervalo de movimiento disponible de la bola 2 se corresponda sustancialmente con el campo de visión disponible.

A fin de proporcionar espacio al cable 9 para que pase entre la superficie externa de la bola 2 y la superficie interna del receptáculo 6, conforme la bola 2 rota con respecto al receptáculo 6, la sección trasera del receptáculo 6 situada en torno a la segunda abertura 11 está abombada hacia fuera para proporcionar un espacio 12 para cable. La superficie interna del receptáculo 6 situada en esta región abombada no incluye ningún electroimán 7. Como se muestra en el corte transversal de la Figura 3, al objeto de limitar la rotación de la bola 2 con respecto al receptáculo 6, se ha proporcionado un tope circular 13 en la superficie de la bola 2, en torno a la segunda abertura 10. El tope 13 se extiende radialmente hacia fuera desde la superficie de la bola 2, de tal manera que la rotación de la bola 2 dentro del receptáculo 6 llevará el tope 13 a contacto con el borde de la sección abombada del receptáculo 6 e impedirá, de esta forma, toda rotación adicional de la bola 2 con respecto al receptáculo 6. De forma conveniente, el tope 13 puede haberse formado como un reborde o labio resaltado que se extiende alrededor del borde de la segunda abertura 10 existente en la bola 2.

El tope 13 se ha dispuesto para entrar en contacto con la superficie interna del receptáculo 6 e impedir la rotación de la bola 2 antes del punto en que, de otro modo, la rotación de la bola 2 se vería impedida por el cable 9. Es decir, el tope 13 impide que la bola 2 rote lo suficiente como para tirar del cable 9 y tensarlo. De esta forma, el tope 13 evita

daños en el cable 9 o en sus conexiones y componentes asociados como consecuencia de una rotación excesiva de la bola 2 dentro del receptáculo 6. El sistema de control se habrá dispuesto, por lo común, para no permitir el movimiento controlado de la bola 2 lo suficiente como para dañar el cable 9 ni ninguna otra parte del conjunto 1. Cabe la posibilidad, sin embargo, de que se produzca un movimiento incontrolado o desgobernado de la bola 2 suficiente para causar daños, por ejemplo, si la estructura de soporte a la que está fijado el receptáculo 6 experimenta una rotación repentina, o si la superficie expuesta o al descubierto de la bola 2 entra en contacto con un cuerpo externo. El tope 13 impide que cualquiera de tales movimientos desgobernados o fortuitos dañe el conjunto de cámara 1.

El tope 13 no limitará la rotación de la bola 2 en torno a los ejes de las primera y segunda aberturas 8 y 11. Con el fin de hacer posible dicha rotación, el cable 9 deberá estar conectado, por uno de sus extremos, mediante un conector rotativo. Alternativamente, puede proporcionarse un tope adicional para limitar la rotación alrededor de este eje.

En las Figuras, las primera y segunda aberturas, 4 y 10, existentes en la bola son cercanas a un mismo tamaño. Esto no es esencial. Se prefiere que la bola 2 se fabrique como un cierto número de secciones, de tal manera que cualesquiera componentes situados dentro de la cavidad 3 sean ensamblados y conectados antes de unir entre sí las secciones. Como resultado de ello, no es necesario que la abertura 10 proporcione acceso a la cavidad 5 durante la fabricación y únicamente necesita ser lo suficientemente grande para el paso del cable 9.

En las realizaciones que se ilustran, la primera abertura 8 situada en la parte frontal del receptáculo 6 y la sección abombada situada en la parte trasera del receptáculo 6, que proporciona el espacio 12 para cable, son diametralmente opuestas y tienen aproximadamente la misma área. La simetría resultante de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados de electroimanes, 5 y 7, simplifica el control del dispositivo.

Preferiblemente, el aparato debe disponerse de tal manera que el límite físico del movimiento de la bola 2 y del receptáculo 6 sea ligeramente más grande que el necesario para todo el campo de visión disponible para la cámara, y el sistema de control que controla el movimiento de la bola 2 con respecto al receptáculo 6 debe disponerse de manera tal, que el máximo intervalo de movimiento controlado de la bola 2 con respecto al receptáculo 6 se corresponda con los límites del campo de visión. Esto garantizará la existencia de un margen de seguridad, de tal modo que cualquier movimiento adicional que se desee de la bola 2 con respecto al receptáculo 6 no provocará que la bola 2 alcance los límites físicos de su movimiento.

En la realización que se ilustra, la segunda abertura 10 de la bola 2 es diametralmente opuesta a la primera abertura 4 y es esencialmente del mismo tamaño, de tal manera que la abertura 10 es mucho más grande que lo necesario para el paso del cable 9. Este tamaño y posición de la segunda abertura 10 no es esencial, pero es conveniente para permitir un fácil ensamblaje de la cámara de vídeo y otros componentes electrónicos en el interior de la bola 2.

A fin de hacer posible el control de la rotación de la bola 2, pueden controlarse individualmente la intensidad y la polaridad del campo magnético generado por cada uno de los electroimanes 5 y 7 de cada conjunto geoméricamente ordenado. Para hacer rotar la bola 2, los campos magnéticos de electroimanes opuestos o adyacentes 5 y 7 de los dos conjuntos geoméricamente ordenados diferentes, son ajustados de manera que generen un par alrededor del eje de rotación deseado entre la bola 2 y el receptáculo 6. Cuando la bola 2 alcanza la posición deseada con respecto al receptáculo 6, los campos magnéticos de los electroimanes 5 y 7 son ajustados para que sujeten la bola 2 en posición sin aplicar ningún par.

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de las fuerzas magnéticas generadas por la energía suministrada desde el sistema de control a electroimanes adyacentes 5 y 7 de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados, a fin de llevar a cabo la rotación controlada de la bola 2 dentro del receptáculo 6.

La Figura 3 muestra un corte transversal a través del aparato de cámara 1 ilustrado en la Figura 1, tomado a lo largo de un plano que pasa por los centros de las primera y segunda aberturas 3 y 10 de la bola 2. Por conveniencia, el aparato 1 se muestra con la bola 2 en una posición frontal en la que la primera abertura 3 de la bola se encuentra en el centro de la primera abertura 8 existente en el receptáculo.

En la Figura 3 se muestran tres pares opuestos adyacentes de electroimanes 5a y 7a, 5b y 7b, y 5c y 7c. Los electroimanes 7a a 7c y 5a a 5c se muestran en la Figura 3 generando campos magnéticos que harán que la bola 2 rote con respecto al receptáculo 6 en el sentido horario, o de giro de las agujas del reloj, alrededor de un eje perpendicular al plano del papel. Para llevar esto a cabo, los imanes 5a y 7a generan campos magnéticos de la misma polaridad, en este caso, campos norte (N). En aras de la claridad, únicamente se han mostrado electroimanes situados en un lado del aparato 1, si bien, tal como se ha explicado anteriormente, se generarán los mismos campos magnéticos por los electroimanes diametralmente opuestos de cada uno de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados.

El electroimán 5b genera el campo magnético opuesto, sur (S), mientras el electroimán opuesto 7b no está siendo alimentado energéticamente y no genera ningún campo magnético (O). El electroimán 5c tampoco se alimenta energéticamente ni genera ningún campo magnético (O) mientras el imán opuesto 7c produce un campo magnético de polaridad (N). Como resultado de estas diferentes polaridades magnéticas, la fuerza de atracción neta entre los

electroimanes 5b y 7c de polaridades opuestas genera un par que hace rotar la bola 2 en un sentido horario.

Esto es solo un ejemplo de configuración de polaridades magnéticas de electroimanes adyacentes que se puede utilizar para hacer rotar la bola 2 en el interior del receptáculo 6, y existen muchas otras configuraciones posibles. En particular, no es significativa la elección de un campo magnético norte para los electroimanes mutuamente repulsivos 5a y 7a. La característica técnica significativa es la polaridad relativa, esto es, si los diferentes electroimanes son de la misma polaridad, y son entonces repulsivos, o de polaridades opuestas, y son entonces atractivos, o bien no se alimentan energéticamente, con lo que no generan ningún campo magnético; la polaridad absoluta no es significativa y puede invertirse.

En la Figura 3 se han mostrado únicamente los electroimanes situados en un lado del aparato 1. Se prefiere conseguir la rotación controlada de la bola 2 dentro del receptáculo 6 mediante la aplicación de la misma configuración de fuerzas magnéticas a los electroimanes diametralmente opuestos, de tal manera que las fuerzas ejercidas sobre la bola 2 se reproduzcan especularmente. Semejante reproducción especular de las fuerzas magnéticas aplicadas a través de los electroimanes 5 y 7 es un método simple de garantizar que no haya ninguna fuerza lineal neta que actúe sobre la bola 2, sino únicamente un par, de tal manera que la bola 2 permanezca concéntrica con el receptáculo 6.

Como se ha explicado anteriormente, la potencia suministrada a cada uno de los electroimanes 5 y 7 de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados puede ser controlada individualmente, de manera que los campos magnéticos que generan pueden controlarse de forma individual. Mediante un control apropiado de los campos magnéticos generados por los electroimanes 5 y 7 de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados, la bola 2 puede mantenerse simultáneamente concéntrica con el receptáculo 6 y hacerse rotar según se desee en torno a cualquier eje y en cualquier cantidad deseada.

A fin de estabilizar la bola 2 dentro del receptáculo 6, pueden disponerse grupos localizados de electroimanes 5 y 7 para generar una fuerza atractiva localizada, por ejemplo, entre uno electroimán de cada conjunto geoméricamente ordenado, al objeto de resistirse a, o evitar, la rotación relativa de la bola 2 dentro del receptáculo 6. Tan solo hay una fuerza atractiva en una posición localizada, de tal manera que la bola 2 se sigue manteniendo en concéntrica con el receptáculo 6 por repulsión mutua entre otros electroimanes 5 y 7 de los dos conjuntos geoméricamente ordenados, de tal manera que prosigue la levitación de la bola 2 dentro del receptáculo 6.

La Figura 4 muestra un ejemplo de tal disposición de una atracción magnética localizada (indicada por un signo +) entre un par de electroimanes opuestos 5 y 7, en tanto que se mantienen repulsiones (indicadas por un signo -) entre los pares adyacentes de electroimanes opuestos 5 y 7, de tal modo que se mantiene la repulsión neta total entre la bola 2 y el receptáculo 6.

En la Figura 4, se han dispuesto simétricamente cuatro de dichas atracciones localizadas en torno al conjunto 1 con el fin de mantener la bola 2 en posición dentro del receptáculo 6, y tres de ellas son visibles en la Figura.

Cuando la bola 2 está siendo rotada dentro del receptáculo 6 mediante la generación de un par alrededor del eje, además de la reproducción especular anteriormente expuesta con referencia a la Figura 3, los electroimanes 5 y 7 pueden ser controlados para estabilizar, adicionalmente, la bola 2 contra su movimiento lineal con respecto al receptáculo 6, al generar también atracciones o repulsiones localizadas en posiciones diametralmente opuestas situadas en el eje de la rotación deseada, y que resisten o se oponen al movimiento de la bola 2 alrededor de cualquier otro eje.

En general, resultará relativamente complejo calcular la secuencia necesaria de potencia y polaridad de los campos magnéticos que se necesita generar por diferentes electroimanes para llevar a cabo una rotación deseada de la bola 2 dentro del receptáculo 6. De acuerdo con ello, se espera que el sistema de control del conjunto comprenda una computadora. Es decir, un operario proporcionará instrucciones al sistema de control acerca del movimiento rotacional de la bola 2 que se requiere, y una parte de formación informática del sistema de control calculará y suministrará entonces, o dará instrucciones acerca de, las potencias necesarias para los diferentes electroimanes.

La exactitud o precisión del grado de control de la orientación y el movimiento rotacionales de la bola 2 dentro del receptáculo 6 depende, en general, del número de electroimanes 5 y 7 de cada conjunto geoméricamente ordenado, de tal modo que un mayor número de electroimanes proporciona un control más preciso. De hecho, en la realización ilustrada, la precisión depende del número de electroimanes 7 del segundo conjunto geoméricamente ordenado dispuesto en el receptáculo 6. Los electroimanes adicionales 5 del primer conjunto geoméricamente ordenado, dispuesto en la bola 2, que no se encuentran opuestos a electroimanes 7 del segundo conjunto geoméricamente ordenado, dispuesto en el receptáculo 6, no contribuyen a una mejora en la precisión.

Como resultado de ello, en muchas aplicaciones, el número de electroimanes de cada conjunto geoméricamente ordenado se decidirá por la presión requerida en el control de la bola 2, y será más alto, y, en muchos casos, mucho más alto, que el número de electroimanes necesarios para soportar la bola 2 dentro del receptáculo 6. De acuerdo con ello, en funcionamiento, puede ser a menudo el caso que algunos de los electroimanes, o incluso la mayoría de ellos, no se estén alimentando energéticamente en un momento dado.

Cuando solo algunos de los electroimanes, y no todos, son necesarios para soportar la bola 2, entonces, al objeto de simplificar las disposiciones y cálculos para el control, puede resultar ventajoso separar las funciones de soporte y de movimiento de los electroimanes. Es decir, pueden seleccionarse algunos grupos adecuadamente situados de electroimanes para controlar el movimiento de la bola 2, en tanto que otros únicamente generan las fuerzas repulsivas de soporte.

Una posible dificultad que puede aparecer es que, debido a que lo preferible es que los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados de electroimanes tengan configuraciones regulares, en el caso de que no se haya aplicado energía a los electroimanes durante un tiempo, puede no ser posible confirmar la orientación de la bola 2 con respecto al receptáculo cuando se inicia el suministro de energía. Para superar este problema, puede utilizarse una secuencia especial de encendido o activación de potencia para su suministro a algunos predeterminados de los electroimanes, que lleve a la bola 2 hasta una orientación conocida. Son también posibles soluciones alternativas; por ejemplo, puede suministrarse energía a tan solo un electroimán de uno de los conjuntos geoméricamente ordenados, y utilizarse los electroimanes del otro conjunto geoméricamente ordenado para detectar la posición relativa de este electroimán alimentado energéticamente.

Como se ha explicado anteriormente, el cable 9 lleva potencia y señales de control a los electroimanes 5 dispuestos en la bola 2. Estas pueden proporcionarse, bien como una conexión de potencia independiente a cada electroimán 5, o bien como una conexión de potencia y una conexión de datos a una unidad de conmutación contenida dentro de la bola 2, de tal modo que los datos proporcionados a través de la conexión de datos proporcionan instrucciones a la unidad de conmutación acerca de qué potencia se ha de conmutar a cada uno de los electroimanes 5.

En la primera realización, las aberturas 4, 8, 10 y 11 se muestran abiertas en aras de la simplicidad. Sin embargo, en la práctica, ello hará que el conjunto de suspensión cardánica y la cámara de vídeo sean vulnerables a los daños físicos y medioambientales.

En una segunda realización que se muestra en la Figura 5, la abertura frontal 8 existente en el receptáculo 6 es obturada por una cubierta de casquete de esfera, o parcialmente esférica, y transparente 15. La cubierta transparente 15 protege la bola 2, la cámara de vídeo y el interior del receptáculo 6 del contacto físico. Esta protege la bola 2 y la cámara de vídeo del deterioro físico directo y también evita daños en el conjunto de cámara globalmente, por ejemplo, al ser forzada la bola 2 a entrar en contacto con el receptáculo 6 o al quedar atrapados objetos extraños entre las superficies opuestas de la bola 2 y del receptáculo 6.

Por otra parte, si la abertura 11 es también cerrada, el conjunto de cámara 1 puede ser obturado en su totalidad, de manera que se evitan los daños medioambientales, tales como la corrosión debida a la condensación que se forma dentro del conjunto.

Tanto en la primera como en la segunda realizaciones, la abertura 4 de la bola 2 puede, opcionalmente, ser obturada por medio de una capa transparente adecuada para proteger la cámara de vídeo.

En las realizaciones descritas, el espacio comprendido entre la bola 2 y el receptáculo 6 se ha mostrado vacío. Generalmente, este intersticio contendrá aire o, en la segunda realización, una mezcla de gases seleccionados. Este intersticio puede contener, alternativamente, un líquido que actúe como lubricante y/o una capa de amortiguamiento entre la bola 2 y el receptáculo 6. Si el intersticio contiene un líquido, será habitualmente necesario proporcionar un cierre u obturación deslizando de retención de líquido al menos en torno al perímetro de la abertura 8, a menos que se utilice la segunda realización, que tiene una cubierta transparente 15, y que el líquido sea transparente.

Las realizaciones ilustradas que se han descrito en lo anterior emplean una suspensión cardánica de acuerdo con la invención para soportar y dirigir una cámara. Puede utilizarse una disposición similar para soportar y dirigir otros tipos de sensores o de dispositivos emisores de energía. Por ejemplo, para soportar y dirigir una herramienta de corte por láser para uso en cirugía. La suspensión cardánica puede ser utilizada también como servomecanismo de múltiples ejes para mover o accionar dispositivos físicos y dispositivos de accionamiento final, si bien esto será, por lo común, incompatible con la cubierta 15 de la segunda realización.

La presente invención no está limitada a las realizaciones descritas. Pueden contemplarse realizaciones alternativas por la persona experta dentro del ámbito de la invención, según se define en las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

- 1.- Una disposición de suspensión cardánica que comprende:
- un receptáculo (6), que tiene una superficie interna de casquete de esfera, con un primer radio;
 - una bola (2), situada dentro del receptáculo y que tiene una superficie externa de casquete de esfera, con un segundo radio que es más pequeño que el primer radio;
 - un primer conjunto geoméricamente ordenado de electroimanes (5), montados en la superficie externa de la bola;
 - un segundo conjunto geoméricamente ordenado de electroimanes (7), montados en la superficie interna del receptáculo; y
 - medios (9) para suministrar potencia selectivamente a electroimanes diferentes de los electroimanes de los dos conjuntos geoméricamente ordenados (5, 7), a fin de soportar la bola (2) en el interior del receptáculo (6) por repulsión magnética mutua entre algunos electroimanes de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados, en una posición en la que las superficies de casquete de esfera de la bola y del receptáculo son sustancialmente concéntricas en torno a un centro común, y para controlar la orientación de la bola (2) con respecto al receptáculo (6) por interacción magnética entre diferentes electroimanes de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados (5, 7).
- 2.- La disposición de suspensión cardánica de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la bola (2) es soportada dentro del receptáculo (6) por repulsión magnética mutua entre electroimanes de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados (5, 7).
- 3.- La disposición de suspensión cardánica de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que cada uno de los primer y segundo conjuntos geoméricamente ordenados (5, 7) comprende una pluralidad de electroimanes dispuestos en una configuración simétrica y regular.
- 4.- La disposición de suspensión cardánica de acuerdo con la reivindicación 3, en la cual los electroimanes tanto del primer como del segundo conjuntos geoméricamente ordenados (5, 7) están dispuestos en la misma configuración.
- 5.- La disposición de suspensión cardánica de acuerdo con la reivindicación 4, en la cual la distancia de separación entre los electroimanes del segundo conjunto geoméricamente ordenado (7) es mayor que la distancia de separación entre los electroimanes del primer conjunto geoméricamente ordenado (5), de tal modo que los pares de electroimanes de los primer y segundo conjuntos se encuentran en radios comunes del centro común.
- 6.- La disposición de suspensión cardánica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la bola (2) es hueca.
- 7.- La disposición de suspensión cardánica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual se ha dispuesto una cámara en el interior de la bola (2).

FIG 1

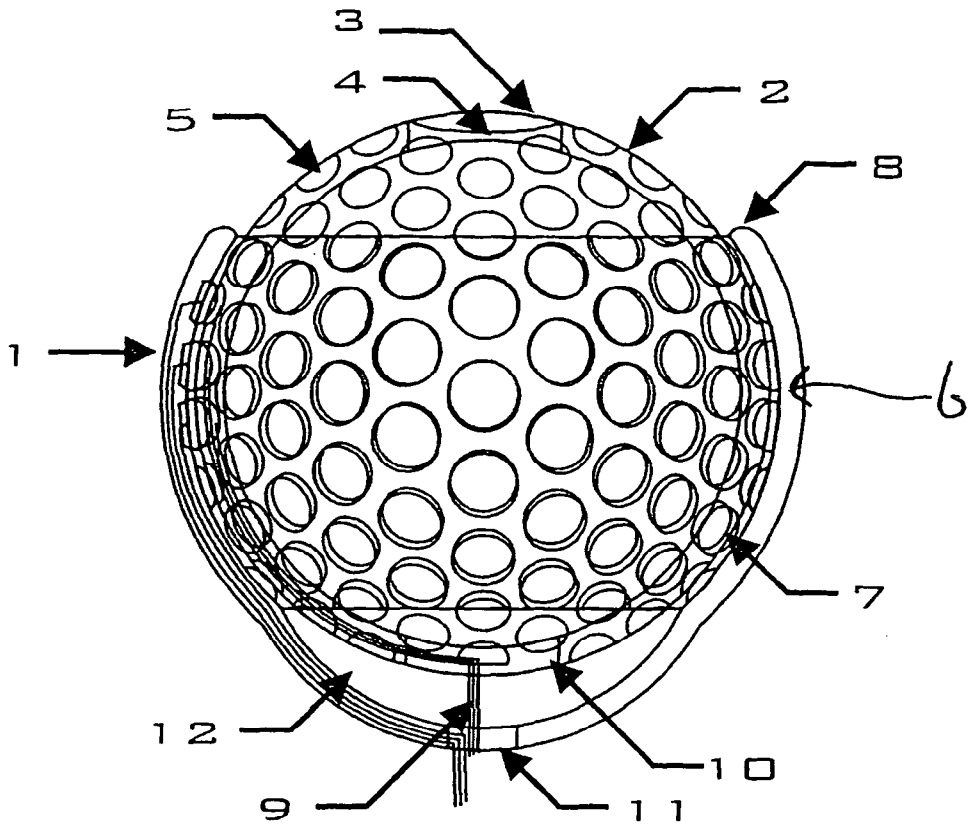


FIG 2

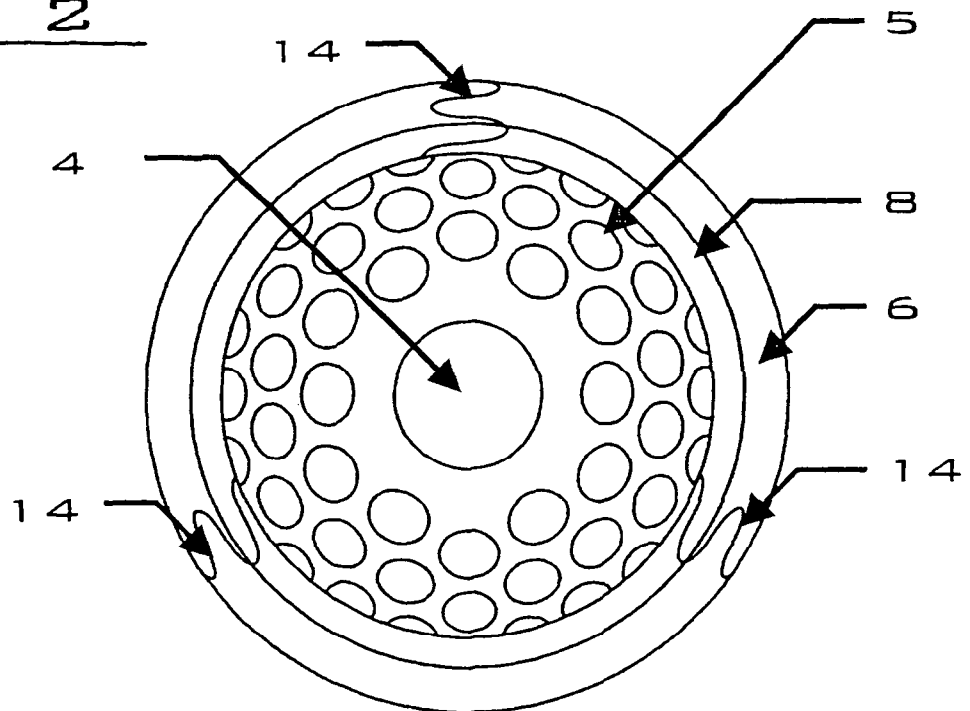


FIG 3

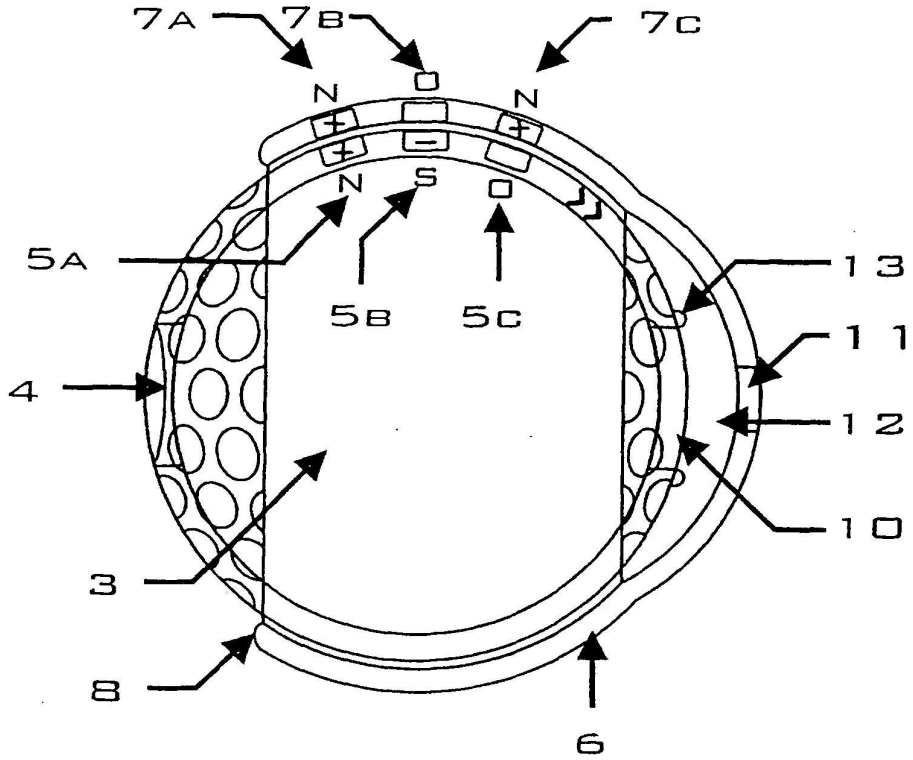


FIG 4

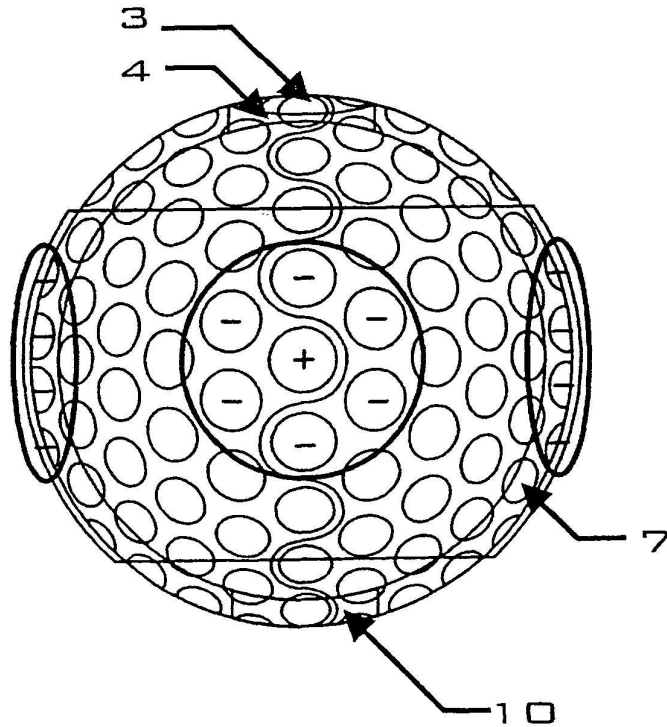


FIG 5

