

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 023**

51 Int. Cl.:

**G01B 7/00** (2006.01)

**G01B 11/00** (2006.01)

**G01D 5/353** (2006.01)

**G01D 5/48** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2016** **E 16185654 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020** **EP 3139134**

54 Título: **Detección de posición**

30 Prioridad:

**01.09.2015 GB 201515503**

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

**05.10.2020**

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS LIMITED (50.0%)**  
**Pegasus House, Aerospace Avenue**  
**Filton, Bristol BS34 7PA, GB y**  
**AIRBUS OPERATIONS GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**WOOD, CHRISTOPHER;**  
**SHARP, ALAN y**  
**HEUER, CARSTEN**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

**ES 2 785 023 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**

Detección de posición

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato y método para determinar la posición de un objeto.

Antecedentes

10

Los sensores de proximidad se utilizan para detectar o medir la proximidad de un objetivo al sensor. Un sensor de proximidad conocido se basa en el principio de la inducción eléctrica y detecta la proximidad de un objetivo metálico mediante el monitoreo de la inductancia de un bucle metálico del sensor. Sin embargo, los sensores de proximidad de inducción sufren de interferencias de objetos metálicos además del objetivo y de interferencia electromagnética.

15

Otro sensor de proximidad conocido se basa en el principio de la magnetostricción, donde la forma o dimensión de un material magnetostrictivo varía cuando se somete a una intensidad de campo magnético variable. La proximidad variable de un imán a una porción de material magnetostrictivo puede determinarse mediante la medición de un cambio resultante en la forma o dimensión de la porción de material. El cambio de forma o dimensión puede interrogarse ópticamente, por ejemplo, a través de un componente óptico cuyas características ópticas varían en respuesta a un cambio de forma o dimensión. El documento WO2006123102A1 describe un transductor de posición de fibra óptica que incluye un sensor basado en redes de Bragg en fibra, en donde uno o más de los sensores se fijan sobre un segmento de material magnetostrictivo, que se fija a una varilla, y solo puede desplazarse longitudinalmente. El documento EP1020734A2 describe una sonda médica alargada cuya posición se rastrea e incluye un elemento óptico sensible al campo magnético en un extremo.

20

25

Los documentos WO2006/123103 A1 y EP2735849 A1 describen aparatos relacionados para determinar la posición de un objeto.

30

En algunas aplicaciones, después de la calibración, puede usarse un sensor de proximidad para inferir la distancia entre dos objetos. Por ejemplo, un cabezal del sensor puede estar unido a un objeto, y un objetivo puede estar unido a un objeto diferente. Sin embargo, una desalineación del cabezal del sensor o del objetivo puede conducir a una determinación errónea de la distancia entre los objetos. Por ejemplo, si el objetivo se desplaza involuntariamente en una dirección perpendicular al eje del sensor objetivo, entonces el sensor indicará que la distancia entre los objetos es mayor de lo que realmente es. Tal cambio requiere una recalibración del sistema sensor-objetivo y/o acceso al objetivo o sensor para realinear el sensor y/o el objetivo según corresponda. Esto requiere mucho tiempo, y en algunas aplicaciones puede ser problemático debido a la inaccesibilidad del objetivo y/o sensor.

35

Resumen

40

Un primer aspecto de la presente invención proporciona un aparato para determinar la posición de un objeto que tiene uno o más elementos magnéticos, el aparato que comprende una pluralidad de sensores ópticos magnetostrictivos dispuestos en una matriz bidimensional o una matriz tridimensional, la matriz que comprende al menos dos sensores en cada dimensión, cada sensor dispuesto para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor al uno o más elementos magnéticos, el aparato que se dispone para determinar la posición del objeto en base a una pluralidad de tales señales de proximidad.

45

Opcionalmente, el aparato se dispone para determinar una posición tridimensional del objeto.

50

Opcionalmente, el aparato se dispone para determinar si, para cada señal de proximidad, una característica de la señal de proximidad está por encima de un primer umbral predefinido y/o por debajo de un segundo umbral predefinido.

Opcionalmente, cada sensor comprende un elemento óptico localizado dentro de una fibra óptica.

55

Opcionalmente, los elementos ópticos de al menos dos de la pluralidad de sensores se localizan dentro de la misma fibra óptica.

Opcionalmente, el elemento óptico de al menos uno de los sensores es una red de Bragg en fibra (FBG).

60

Opcionalmente, el elemento óptico de al menos uno de los sensores es un interferómetro de fibra Fabry-Perot (FFP).

Opcionalmente, cada sensor comprende un recubrimiento magnetostrictivo en la fibra óptica.

65

Un segundo aspecto de la presente invención proporciona un conjunto de puertas de avión que comprende el aparato de acuerdo con el primer aspecto.

Opcionalmente, el conjunto de puertas es uno de un conjunto de puertas de cabina presurizada, un conjunto de puertas de acceso interno a la aviónica, un conjunto de puertas de aviónica externa, un conjunto de puertas de carga y un conjunto de compuertas del tren de aterrizaje.

5 Un tercer aspecto de la presente invención proporciona un conjunto de tren de aterrizaje que comprende el aparato de acuerdo con el primer aspecto.

Un cuarto aspecto de la presente invención proporciona un sistema que comprende el aparato del primer aspecto y el objeto que tiene uno o más elementos magnéticos.

10 Opcionalmente, el sistema se dispone de manera que cada sensor se dispone para producir una señal que sea indicativa de la proximidad del sensor a un solo elemento magnético del objeto.

15 Opcionalmente, el objeto tiene un primer elemento magnético, y el sistema se dispone de manera que cada uno de la pluralidad de sensores se dispone para producir una señal que sea indicativa de una proximidad del sensor al primer elemento magnético.

20 Opcionalmente, el aparato se dispone para determinar la posición del objeto en base a una determinación, para cada sensor, de la proximidad del sensor al primer elemento magnético.

Opcionalmente, el objeto tiene una pluralidad de elementos magnéticos, y el sistema se dispone de manera que cada sensor se dispone para producir una señal que sea indicativa de una proximidad del sensor a un elemento respectivo diferente de la pluralidad de elementos magnéticos.

25 Opcionalmente, el objeto tiene un elemento magnético, y la pluralidad de sensores se dispone en una matriz que ocupa un área que es más grande que un área ocupada por el elemento magnético del objeto.

Opcionalmente, el objeto es un componente de un conjunto de puertas de un avión.

30 Opcionalmente, el objeto es un componente de un conjunto del tren de aterrizaje de un avión.

Opcionalmente, el aparato se dispone para determinar uno o más de un estado de seguro abajo del tren de aterrizaje, un estado de seguro arriba del tren de aterrizaje, un parámetro de compresión del amortiguador del tren de aterrizaje, un parámetro de desgaste del freno del tren de aterrizaje, un parámetro de rotación del péndulo de bogie del tren de aterrizaje y un parámetro de orientación de la dirección del tren de aterrizaje.

35 Un quinto aspecto de la presente invención proporciona un vehículo que comprende el aparato de acuerdo con el primer aspecto, o el conjunto de acuerdo con el segundo o tercer aspecto, o el sistema de acuerdo con el cuarto aspecto.

40 Opcionalmente, el vehículo es un avión.

Un sexto aspecto de la presente invención proporciona un método para determinar, en un aparato, la posición de un objeto que tiene uno o más elementos magnéticos, el aparato que comprende una pluralidad de sensores ópticos magnetostrictivos dispuestos en una matriz bidimensional o matriz tridimensional, la matriz que comprende al menos dos sensores en cada dimensión, cada sensor dispuesto para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor al uno o más elementos magnéticos, el método que comprende producir una pluralidad de tales señales; y determinar, en base a la pluralidad de señales, la posición del objeto.

45 sensores en cada dimensión, cada sensor dispuesto para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor al uno o más elementos magnéticos, el método que comprende producir una pluralidad de tales señales; y determinar, en base a la pluralidad de señales, la posición del objeto.

50 Opcionalmente, la determinación se basa en una determinación, para cada sensor, de la proximidad del sensor a un elemento magnético del objeto.

Opcionalmente, la determinación implica bilateración y/o trilateración mediante el uso de la proximidad determinada de cada sensor al único elemento magnético.

55 Opcionalmente, la determinación comprende determinar una posición tridimensional del objeto.

Opcionalmente, el método comprende: determinar si, para cada señal de proximidad, una característica de la señal de proximidad está por encima de un primer umbral predefinido y/o por debajo de un segundo umbral predefinido.

60 Opcionalmente, el método comprende: almacenar la posición determinada del objeto; y monitorear la posición del objeto con relación a la posición almacenada.

65 Un séptimo aspecto de la presente invención proporciona una unidad para unir a un primer objeto y para usar en la determinación de la posición de un segundo objeto que tiene uno o más elementos magnéticos, la unidad que comprende una pluralidad de sensores ópticos magnetostrictivos dispuestos en una matriz bidimensional o una matriz tridimensional, la matriz que comprende al menos dos sensores en cada dimensión, y localizados de manera fija uno con relación al otro,

cada sensor que comprende una porción magnetostrictiva y un elemento óptico acoplado mecánicamente a la porción magnetostrictiva para que un cambio en la forma de la porción magnetostrictiva provoque un cambio en una característica óptica del elemento óptico.

5 Breve descripción de los dibujos

Las modalidades de la invención se describirán ahora, solo a manera de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 La Figura 1 muestra una vista en perspectiva esquemática de un ejemplo de un sistema de una modalidad de la invención;
- La Figura 2 muestra una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de otro sistema;
- La Figura 3 muestra una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de un aparato;
- La Figura 4 muestra una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de un aparato;
- La Figura 5 muestra un diagrama esquemático de un ejemplo de un procesador de señal de un aparato de una modalidad de la invención; y
- 15 La Figura 6 muestra una vista lateral esquemática de un ejemplo de un avión de una modalidad de la invención.

Descripción detallada

20 Con referencia a la Figura 1, se muestra una vista en perspectiva esquemática de un ejemplo de un sistema 1 de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El sistema 1 comprende un aparato 102 y un primer objeto 108 que comprende un elemento magnético 104.

25 El elemento magnético 104 puede, por ejemplo, unirse de manera fija al objeto 108, o puede ser integral al propio objeto 108. El elemento magnético 104 puede ser, por ejemplo, un imán permanente o un electroimán, o puede estar compuesto por una pluralidad de elementos magnéticos (no se muestran).

30 El aparato 102 comprende una pluralidad de sensores 11, 12, 21, 22. En esta modalidad, el aparato tiene del primer al cuarto sensores 11, 12, 21, 22, dispuestos en una matriz bidimensional de dos por dos, y los primer al cuarto sensores 11, 12, 21, 22 están numerados de acuerdo con el número de columna M y de fila N dentro de la matriz en la que se localizan (es decir "MN"). Por ejemplo, como se ve desde la perspectiva del elemento magnético 104, el sensor en la primera columna y la primera fila de la matriz está numerado 11.

35 Cada uno de los sensores 11, 12, 21, 22 se dispone para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor 11, 12, 21, 22 al elemento magnético 104. En esta modalidad, cada uno de los sensores 11, 12, 21, 22 del aparato 102 se dispone para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor 11, 12, 21, 22 a un solo elemento magnético 104 del objeto 108. Como se explica con más detalle a continuación, mediante el uso de, por ejemplo, bilateración y/o trilateración, el aparato 102 puede usar las señales de proximidad de una pluralidad de sensores 11, 12, 21, 22 para determinar una posición del único elemento magnético 104 y, por lo tanto, una posición del objeto 108, con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21, 22). De tal manera, el aparato 102 puede determinar la posición del objeto 108 con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21, 22) en base a una determinación, para cada sensor 11, 12, 21, 22 del aparato 102, de la proximidad del sensor 11, 12, 21, 22 al único elemento magnético 104.

45 En esta modalidad, el aparato 102 (por ejemplo, los sensores 11, 12, 21, 22) se une a un segundo objeto 106, y el aparato 102 puede determinar una posición del elemento magnético 104 con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21, 22). Alternativamente, el aparato 102, o una parte del mismo, puede ser integral al segundo objeto 106 en sí mismo (por ejemplo, uno o más de los sensores 11, 12, 21, 22 pueden ser integrales al segundo objeto 106). El aparato 102 puede proporcionarse con datos indicativos de la posición del aparato 102 con relación al segundo objeto 106, y datos indicativos de la posición del elemento magnético 104 con relación al objeto 108, y por lo tanto puede determinar una posición del objeto 108 con relación al segundo objeto 106. Por ejemplo, el primer objeto 108 y el segundo objeto 106 pueden ser componentes de un conjunto de puerta, tal como un conjunto de puertas de cabina presurizada de un avión. Por lo tanto, el sistema 1 puede usarse, por ejemplo, para determinar si una puerta de cabina está cerrada o no apropiadamente con respecto a un cuerpo de la aeronave.

55 En esta modalidad, el aparato 102 se dispone para usar las señales de proximidad de al menos tres de los sensores 11, 12, 21 para determinar una posición tridimensional del primer objeto 108 con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21). En otras modalidades, el aparato 102 puede disponerse para usar la señal de proximidad de al menos uno de los sensores 11, 12, 21 para determinar una posición unidimensional o bidimensional del primer objeto 108 con relación al aparato 102 por ejemplo con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21).

60 En esta modalidad, los datos representativos de las localizaciones respectivas de cada uno de los tres sensores 11, 12, 21 uno con relación al otro de los tres sensores 11, 12, 21 están disponibles para el aparato 102. Por ejemplo, las localizaciones de los sensores 11, 12, 21 uno con relación al otro, se pueden fijar, por ejemplo, al conectar de manera fija cada sensor 11, 12, 21 a una localización conocida en una unidad de montaje común (no se muestra), y el aparato puede tener acceso a la información almacenada en cuanto a las localizaciones relativas de los sensores 11, 12, 21.

Alternativamente, los sensores 11, 12, 21 pueden ser móviles, y el aparato 102 puede recibir datos indicativos de las localizaciones de los sensores 11, 12, 21 uno con relación al otro a medida que se mueven. Se apreciará que, aunque en la Figura 1 los sensores 11, 12, 21, 22 se muestran en una matriz cuadrada bidimensional, este no tiene que ser el caso. Siempre que el aparato 102 conozca las localizaciones relativas de cada uno de los sensores 11, 12, 21, 22 uno con respecto al otro, los sensores pueden disponerse en cualquier disposición concebible. Por lo tanto, en otras modalidades, los sensores pueden disponerse en una matriz que no sea una matriz de dos por dos.

Las señales de proximidad del primer al tercer sensor 11, 12, 21 indican las distancias entre el elemento magnético 104 y cada uno del primer al tercer sensor 11, 12, 21, respectivamente. El aparato 102 puede realizar un cálculo de trilateración mediante el uso de estas distancias indicadas, junto con la información sobre las localizaciones de los sensores 11, 12, 21 uno con relación al otro, para determinar la posición del elemento magnético 104 con respecto al aparato 102.

La posición del elemento magnético 104 con respecto al aparato 102 puede usarse para determinar una distancia del elemento magnético 104 desde un plano del primer al tercer sensor 11, 12, 21, es decir, una coordenada z del elemento magnético 104 con respecto al aparato 102 como se muestra en la Figura 1. Por lo tanto, puede determinarse la distancia entre el primer objeto 108 y el segundo objeto 106.

Por ejemplo, si el primer objeto 108 es la puerta de la cabina de un avión, y el segundo objeto 106 es el marco de la puerta de la cabina del avión, puede determinarse la distancia entre la puerta de la cabina y el marco de la puerta. Esta distancia puede usarse para determinar si la puerta está completamente cerrada, por ejemplo, mediante la determinación de si la distancia medida es menor que un valor predeterminado.

La determinación de la distancia entre el primer objeto 108 y el segundo objeto 106 es resistente a un desplazamiento de la posición del elemento magnético 104 en el plano del primer cuerpo 108, o un desplazamiento de la posición del primer cuerpo 108 en este avión. Además, la determinación es resistente a un desplazamiento del aparato 102 en el plano del segundo cuerpo 106, o un desplazamiento del segundo cuerpo 106 en este plano (es decir, el plano x-y mostrado en la Figura 1). Como resultado, un desplazamiento involuntario de cualquiera de los elementos magnéticos 104, el primer cuerpo 108, el aparato 102 y el segundo cuerpo 106 en un plano paralelo al plano x-y como se muestra en la Figura 1 no conducirá a una determinación errónea de distancia entre el primer cuerpo 108 y el segundo cuerpo 106. Además, tal cambio no requiere una recalibración del sistema de elementos del aparato, o un reajuste de la posición del elemento 104 con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21).

La determinación de la posición del elemento magnético 104 con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores (11, 12, 21) también puede utilizarse para controlar un desplazamiento del primer cuerpo 108 con relación al segundo cuerpo 106 en un plano paralelo al plano x-y que se muestra en la Figura 1. Por ejemplo, un desplazamiento x y/o del elemento 104 desde el aparato 102 puede determinarse a partir de los cálculos de trilateración, y monitorearse para determinar cualquier cambio en el desplazamiento a lo largo del tiempo. En el ejemplo de la puerta de la cabina, esto podría usarse, por ejemplo, para monitorear cambios estructurales en el ensamble de la puerta en múltiples aperturas y cierres, y, por ejemplo, alertar a un ingeniero de que el mecanismo de la puerta puede necesitar realinearse.

La determinación de un desplazamiento del primer cuerpo 108 con relación al segundo cuerpo 106 en un plano paralelo al plano x-y también puede utilizarse en un modo de "enseñanza" de un procedimiento de instalación, por ejemplo, durante la instalación de una puerta de cabina, o la instalación del aparato 102 en una puerta de cabina, o después de la realineación de un mecanismo de puerta, o similares. Por ejemplo, en la primera instalación de una puerta de cabina o similar, el elemento 104 puede no estar perfectamente alineado con el aparato 102, y puede estar desplazado en un plano paralelo al plano x-y que se muestra en la Figura 1, y el aparato 102 determinará que hay en consecuencia, un desplazamiento. Sin embargo, el aparato 102 puede instruirse, por ejemplo, por un ingeniero a través de una interfaz de programación o similar, que el desplazamiento determinado corresponda a una alineación correcta de, digamos, la puerta con respecto al marco de la puerta, y este desplazamiento determinado puede almacenarse. En otras palabras, al aparato 102 se le "enseña" que un desplazamiento dado corresponde a una alineación correcta del primer objeto 108 y el segundo objeto 106 y, por lo tanto, controla los desplazamientos posteriores con relación a este desplazamiento determinado inicial. De tal manera, la instalación de, por ejemplo, el aparato 102, o una puerta de cabina que comprende el aparato 102, o similar, puede simplificarse.

Se apreciará que, en el ejemplo descrito anteriormente, el aparato 102 no determina en qué lado del plano definido por los sensores 11, 12, 21 se encuentra el elemento magnético 104 (es decir, si la coordenada z determinada es positiva o negativa). Sin embargo, esta información puede determinarse durante la calibración, o almacenarse y ser accesible al aparato, y puede suponerse que no cambia una vez que se instala el sistema 1. A este respecto, por lo tanto, la posición determinada del elemento magnético 104 es una posición tridimensional. Alternativamente, el aparato 102 puede comprender una matriz tridimensional de sensores (no se muestran en la Figura 1). Por ejemplo, puede haber un sensor adicional (no se muestra en la Figura 1) desplazado en la dirección z como se muestra en la Figura 1 desde los sensores 11, 12, 21. La comparación de las señales de proximidad de los sensores 11, 12, 21 con la señal de proximidad del sensor adicional (no se muestra en la Figura 1) proporciona una indicación de qué lado del plano definido por los sensores 11, 12, 21 se localiza el elemento magnético 104 (es decir, si la coordenada z determinada es positiva o negativa) y, por lo tanto, puede determinarse una posición tridimensional del elemento magnético 104. Como otro ejemplo, puede haber una

pluralidad de sensores adicionales (no se muestran en la Figura 1), por ejemplo, uno para cada uno de los sensores 11, 12, 21, 22, desplazados en la dirección z como se muestra en la Figura 1 del primero al cuarto sensores 11, 12, 21, 22. Se apreciará que un cálculo de trilateración mediante el uso de las señales de proximidad de tres o más de un conjunto tridimensional de sensores puede usarse en combinación con la señal de proximidad de cualquier cuarto sensor que no esté en el plano definido por los tres o más sensores para definir la posición tridimensional del elemento magnético 104. También se apreciará que se puede adoptar cualquier configuración tridimensional concebible de sensores, siempre que las posiciones de cada sensor estén disponibles una con relación a la otra para el aparato 102.

El cuarto sensor 22 del aparato 102 mostrado en la Figura 1 puede usarse en los cálculos de trilateración para mejorar la determinación de la posición del elemento magnético 104 con respecto al aparato 102. Por ejemplo, se pueden realizar cuatro cálculos de trilateración mediante el aparato 102: uno para los sensores 11, 12, 22; uno para los sensores 12, 22, 21; uno para los sensores 22, 21, 11; y uno para los sensores 21, 11, 12. Los resultados de estos cálculos pueden promediarse para proporcionar una determinación más confiable en cuanto a la posición del elemento magnético 104 con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21, 22). Alternativamente, las señales de proximidad de los cuatro sensores 11, 12, 21, 22 pueden usarse en un cálculo de "multilateración" para determinar la posición del elemento magnético 104 con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21, 22).

Se apreciará que, en las variaciones de la modalidad anterior, puede usarse cualquier cantidad de sensores, que se incluyen y además de tres.

También se apreciará que, incluso con solo dos de los sensores (por ejemplo, el primer y segundo sensores 11, 12), puede determinarse una posición del elemento magnético 104 con respecto al aparato 102. Por ejemplo, si el movimiento del elemento magnético 104 con relación al aparato 102 está limitado a estar solo en el plano z-x que se muestra en la Figura 1, entonces esta información puede usarse junto con un cálculo de bilateración mediante el uso de las señales de proximidad del primer y segundo sensor 11, 12 para determinar la posición del elemento magnético 104 con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12). De manera similar a lo anterior, desde esta posición determinada, la distancia entre el primer objeto 108 y el segundo objeto 102 puede determinarse de una manera que sea resistente a un desplazamiento del sensor a lo largo del eje x. Alternativamente, de manera similar a lo anterior, un desplazamiento del primer objeto 108 y/o del segundo objeto 102 en el eje x puede controlarse con el tiempo, por ejemplo.

En esta modalidad, el área del elemento magnético 104 que se orienta hacia el aparato 102 es más pequeña que el área ocupada por la matriz del primer al cuarto sensores 11, 12, 21, 22. Es decir, en esta modalidad, el primer objeto 108 tiene un elemento magnético 104, y los sensores 11, 12, 21, 22 se disponen en una matriz que ocupa un área que es más grande que un área ocupada por el único elemento magnético 104 del primer objeto 108. Esto permite una determinación más precisa de la posición del primer objeto 108 con relación al aparato 106 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21, 22). Sin embargo, el área del elemento magnético 104 que se orienta hacia el aparato 102 no necesariamente tiene que ser más pequeña que el área ocupada por la matriz del primer al cuarto sensor 11, 12, 21, 22, y en otras modalidades, este puede no ser el caso.

En otra modalidad, el aparato 102 puede disponerse para comparar las señales de proximidad respectivas del primer al cuarto sensor 11, 12, 21, 22 con uno o más umbrales para determinar una posición tridimensional aproximada del elemento magnético 104 con respecto al aparato 102.

En esta modalidad, el aparato 102 se dispone para comparar las señales de proximidad respectivas del primer al cuarto sensor 11, 12, 21, 22 con dos umbrales: un denominado umbral de "activación garantizada" y una denominada umbral de "desactivación garantizada". Si la señal de proximidad de un sensor dado del primer al cuarto sensor 11, 12, 21, 22 está por debajo del umbral de activación garantizado, entonces puede determinarse que el elemento magnético 104 está dentro de una cierta primera distancia asociada a ese sensor dado (también denominado en la presente descripción como estado "cercano"). Por ejemplo, la primera distancia asociada puede ser un milímetro. Si la señal de proximidad de un sensor dado del primer al cuarto sensor 11, 12, 21, 22 está por encima del umbral de desactivación garantizado, entonces puede determinarse que el elemento magnético 104 no está dentro de una cierta segunda distancia asociada de ese sensor dado (también denominado en la presente descripción estado "lejano"). Por ejemplo, la segunda distancia asociada puede ser de tres milímetros. Si la señal de proximidad de un sensor dado del primer al cuarto sensor 11, 12, 21, 22 está por encima del umbral de activación garantizado y por debajo del umbral de desactivación garantizado, es posible que no se garantice el estado cercano/lejano y, por lo tanto, la lectura no puede usarse en una determinación de posición.

El aparato 102 puede usar el estado cercano/lejano de cada uno de los sensores 11, 12, 21, 22 para determinar una posición tridimensional aproximada del elemento magnético 104 con relación al aparato 102 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 21, 22). Por ejemplo, si se determina que los cuatro sensores 11, 12, 21, 22 están en estado cercano, entonces puede determinarse el volumen en el que se debe localizar el elemento magnético 104, y se puede colocar un límite superior en cada uno del desplazamiento x, del desplazamiento y, y del desplazamiento z del elemento magnético 104 desde el aparato 102. En este caso, se puede inferir, por ejemplo, que el objeto 108 es proximal y no está desplazado con respecto al aparato 102 (y, por lo tanto, al segundo objeto 106). En otro ejemplo, si se determina que el primer y tercer sensores 11 y 21 están en estado cercano, y el segundo y cuarto sensores 12 y 22 están en estado

lejana, entonces puede determinarse un volumen diferente en el que debe localizarse el elemento magnético 104. En este caso, se puede inferir, por ejemplo, que el objeto 108 está próximo al aparato 102 (y, por lo tanto, el segundo objeto 106), pero que el objeto 108 está desplazado en la dirección  $x$  negativa con respecto al aparato 102. En otro ejemplo, si se determina que el primer sensor 11 está en estado cercano, y el segundo, tercer y cuarto sensores 12, 21 y 22 están en estado lejano, puede determinarse un volumen diferente en el que debe localizarse el elemento magnético 104. En este caso, se puede inferir, por ejemplo, que el objeto 108 está próximo al aparato 102 (y, por lo tanto, el segundo objeto 106), pero que el objeto 108 está desplazado en la dirección negativa  $x$  y la dirección negativa  $y$  con respecto al aparato 102.

La configuración del ejemplo anterior proporciona una determinación simple y robusta de la proximidad del elemento magnético 104 al aparato 102, que es resistente a los desplazamientos en el plano  $x$ - $y$ , o alternativamente, que puede usarse para determinar una proximidad y una indicación de un desplazamiento  $x$ - $y$  de un elemento magnético 104 con respecto al aparato 102.

Con referencia a la Figura 2, se muestra una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de otro sistema 2.

El sistema 2 de este ejemplo comprende un elemento magnético 204 de un primer objeto (no se muestra para mejor claridad en la Figura 2), y un aparato 202 unido a un segundo objeto (no se muestra para mejor claridad en la Figura 2). El aparato 202 comprende una pluralidad de sensores 11, 12, 13, 14. En este ejemplo, el aparato 202 tiene del primer al cuarto sensores 11, 12, 13, 14, que se disponen en una matriz unidimensional de uno por cuatro. De manera similar a lo anterior, cada uno del primer al cuarto sensor 11, 12, 13, 14 se dispone para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor 11, 12, 13, 14 al elemento magnético 204. En este ejemplo, el elemento magnético 204 tiene una longitud que abarca la longitud de la matriz de sensores 11, 12, 13, 14. Se apreciará que, aunque el elemento magnético 204 se muestra en la Figura 2 como un solo bloque, el elemento magnético 204 puede comprender una pluralidad de imanes o componentes electromagnéticos (no se muestran) que abarcan la longitud del elemento 204. Por ejemplo, puede haber un imán para cada uno del primer al cuarto sensor 11, 12, 13, 14. Es decir, el primer objeto (no se muestra para mejor claridad en la Figura 2) puede tener una pluralidad de elementos magnéticos (no se muestran), y cada sensor 11, 12, 13, 14 del aparato 202 puede disponerse para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor 11, 12, 13, 14 a una diferente respectiva de la pluralidad de elementos magnéticos.

El aparato 202 y el elemento magnético 204 se disponen en este ejemplo de manera que un eje longitudinal del aparato 202 y un eje longitudinal del elemento magnético 204 estén separados por un ángulo  $Q$  alrededor de un eje A-A. El eje A-A es perpendicular al plano que incluye el eje longitudinal del aparato 202, y perpendicular al eje longitudinal del elemento magnético 204. En este ejemplo, el movimiento del elemento magnético 204 con relación al aparato 202 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 13, 14) está restringido a la rotación alrededor del eje A-A. Como ejemplo, esta disposición puede producirse donde el eje A-A es la bisagra de una puerta, el aparato 202 se une a un marco de puerta y el elemento magnético 204 se une a la puerta.

Se apreciará que, si se conoce una distancia del aparato 202 desde el eje A-A y una distancia del elemento magnético 204 (o elementos magnéticos) desde el eje A-A, entonces el ángulo  $Q$  entre el aparato 202 y el elemento magnético 204 puede determinarse a partir de un análisis de las señales de proximidad del primer al cuarto sensores 11, 12, 13, 14 mediante el uso de trigonometría. Una vez determinado el ángulo  $Q$ , el aparato 202 luego puede determinar la posición del primer objeto que comprende el elemento magnético 204 con relación al segundo objeto al que se une el aparato 202.

Alternativamente, las señales de proximidad del primer al cuarto sensor 11, 12, 13, 14 pueden compararse con uno o más umbrales como se describe anteriormente, para determinar el estado cercano/lejano de cada uno del primer al cuarto sensor 11, 12, 13, 14 con respecto al elemento magnético 204. En este ejemplo, se puede obtener una aproximación de la posición del objeto que comprende el elemento magnético 204 (o elementos magnéticos) mediante el análisis del estado cercano/lejano de cada uno del primer al cuarto sensor 11, 12, 13, 14. Por ejemplo, si el primer sensor 11 muestra un estado cercano, pero el segundo al cuarto sensor 12, 13, 14 muestran un estado lejano, entonces puede determinarse el intervalo de ángulos  $Q$  dentro del cual debe posicionarse el elemento magnético 204. Por ejemplo, puede determinarse a partir de esta información que la puerta a la que se une el elemento magnético 204 está solo parcialmente cerrada (pero no completamente cerrada) con respecto al marco de la puerta. A medida que el ángulo  $Q$  entre el aparato 202 y el elemento magnético 204 se reduce, el estado de cada uno de los sensores 12, 13, 14 cambiará de lejos a cerca y, por lo tanto, puede monitorearse el progreso, por ejemplo, del cierre de la puerta. Tal monitoreo del progreso del cambio en el ángulo  $Q$  es resistente a un desplazamiento del elemento magnético 204 en la dirección del eje longitudinal del elemento magnético 204, y todavía se puede monitorear un desplazamiento del aparato 202 en la dirección del eje longitudinal del aparato 202, que proporciona el cambio en el estado cercano/lejano de todos los primer al cuarto sensores 11, 12, 13, 14.

Se apreciará que, aunque en el ejemplo anterior el progreso monitoreado es el de la rotación restringida del aparato 202 con respecto al elemento magnético 204 (o elementos magnéticos) alrededor del eje A-A, este no tiene por qué ser necesariamente el caso. Por ejemplo, en otros ejemplos, el movimiento restringido del aparato 202 con respecto al elemento magnético 204 (o elementos magnéticos) puede comprender una rotación y traslación simultáneas, o una traslación y luego una rotación, del aparato 202 con respecto al elemento magnético elemento 204 (o elementos magnéticos). El movimiento restringido puede comprender un movimiento lineal del/de los elemento(s) magnético(s) 204 con relación a los sensores 11, 12, 13, 14. Por ejemplo, se puede colocar una pluralidad de sensores 11, 12, 13, 14 a lo largo de una trayectoria predefinida (no se muestra en la Figura 2), y el progreso de un objeto que comprende uno o más

elementos magnéticos que se desplazan a lo largo de la trayectoria predefinida (no se muestra en la Figura 2) puede monitorearse con referencia a las señales de proximidad de cada sensor 11, 12, 13, 14. El movimiento restringido también puede comprender la rotación del aparato 202 y/o elemento(s) magnético(s) 204 alrededor de un eje diferente del eje A-A, por ejemplo, rotación alrededor de un eje perpendicular al eje A-A. Por ejemplo, se puede colocar una pluralidad de sensores 11, 12, 13, 14 alrededor de la circunferencia de un disco (no se muestra en la Figura 2), y se puede controlar la rotación de ese disco con relación a un objeto que comprende uno o más elementos magnéticos con referencia a las señales de proximidad de cada sensor 11, 12, 13, 14. Por lo tanto, se apreciará que la pluralidad de sensores 11, 12, 13, 14 y uno o más elementos magnéticos 204 pueden localizarse adecuadamente para controlar el progreso de cualquier movimiento restringido relativo definido, para determinar la posición de un objeto que comprende el/los elemento(s) magnético(s) 204 con relación al aparato 202 (por ejemplo, con relación a al menos uno de los sensores 11, 12, 13, 14).

Los respectivos aparatos 3, 4 para determinar la posición de un objeto que comprende uno o más elementos magnéticos de acuerdo con algunos ejemplos se describirán ahora con referencia a las Figuras 3 y 4.

Con referencia a la Figura 3, un aparato 3 comprende una pluralidad de sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 13. Cada uno del primer al tercer sensor 11, 12, 13 del aparato 2 de este ejemplo comprende una porción magnetostrictiva 506 y un elemento óptico 512 acoplado mecánicamente 514 a la porción magnetostrictiva 506 de manera que un cambio en la forma de la porción magnetostrictiva 506 provoca un cambio en una característica óptica del elemento óptico 512. En el presente ejemplo, los elementos ópticos 512 de todos los primeros a los terceros sensores 11, 12, 13 se localizan dentro de la misma fibra óptica 502. Sin embargo, en otros ejemplos, los elementos ópticos 512 pueden localizarse en las respectivas fibras ópticas diferentes. En este ejemplo, la fibra óptica 502 está unida o adherida 514 a la porción magnetostrictiva 506. La porción magnetostrictiva 506 puede ser común a cada uno de los sensores 11, 12, 13. Alternativamente, puede haber una porción magnetostrictiva diferente para cada uno del primer al tercer sensor 11, 12, 13. En el ejemplo ilustrado en la Figura 3, la porción magnetostrictiva 506 para todos los primeros a los terceros sensores 11, 12, 13 es una placa 510 hecha de material magnetostrictivo.

La porción magnetostrictiva 506 comprende uno o más materiales magnetostrictivos, es decir, materiales cuya forma o dimensión varía cuando se somete a una intensidad de campo magnético variable. Por ejemplo, la porción magnetostrictiva 506 puede fabricarse de uno o más materiales magnetostrictivos seleccionados del grupo que consiste en: cobalto, níquel,  $Tb_xDy_{1-x}Fe_2$  ( $x \sim 0,3$ ) (por ejemplo, Terfenol-D) y  $Fe_{81}Si_{3,5}B_{13,5}C_2$  (por ejemplo, Metglas®).

El elemento óptico 512 de uno o cada uno del primer al tercer sensor 11, 12, 13 puede ser, por ejemplo, una red de Bragg en fibra (FBG). Una FBG es un reflector Bragg distribuido localizado dentro de una fibra óptica y que comprende variaciones periódicas en el índice de refracción del núcleo de la fibra a lo largo de una sección de la longitud de la fibra óptica. La longitud de onda de una banda de luz reflejada por la FBG depende de la tensión axial de la fibra. Cuando una FBG se acopla mecánicamente (por ejemplo, une, acopla o enrolla firmemente) a una porción magnetostrictiva de un sensor, un cambio en la forma o dimensión de la porción magnetostrictiva cambia la tensión axial en la FBG, que a su vez cambia la longitud de onda de una banda de luz reflectante por la FBG. Por lo tanto, al monitorear la luz reflejada desde una FBG unida a la porción magnetostrictiva, puede determinarse la proximidad de un elemento magnético 104 a la porción magnetostrictiva (y, por lo tanto, al sensor 11, 12, 13).

Múltiples FBG que actúan como los elementos ópticos 512 para los sensores respectivos 11, 12, 13 pueden localizarse en una fibra óptica común. Por ejemplo, el intervalo de longitudes de onda que pueden reflejarse por una FBG localizada en una fibra puede ser diferente del intervalo de longitudes de onda que pueden reflejarse por una segunda FBG en la misma fibra. Por lo tanto, una primera FBG puede ser transparente a un intervalo de longitudes de onda necesarias para interrogar a una segunda FBG, y la primera y segunda FBG pueden ser transparentes a un intervalo de longitudes de onda necesarias para interrogar a una tercera FBG, y así sucesivamente. Como resultado, los elementos ópticos 512 del primer al tercer sensor 11, 12, 13 pueden localizarse en una sola fibra óptica, lo que reduce el peso y la complejidad de las conexiones necesarias para interrogar a los sensores 11, 12, 13.

En otro ejemplo, el elemento óptico 512 de uno o cada uno del primer al tercer sensor 11, 12, 13 puede ser un interferómetro de fibra Fabry-Perot (FFP). Una FFP comprende dos superficies reflectantes localizadas dentro de una fibra óptica y separadas por una distancia. La luz que se refleja desde una primera superficie reflectante interfiere con la luz que se refleja desde una segunda superficie reflectante. La diferencia de fase entre los dos haces reflejados es una función de la longitud de onda de la luz y de la distancia entre las superficies reflectantes. Por lo tanto, para una longitud de onda fija de luz de interrogación, un cambio en la distancia entre las dos superficies reflectantes da como resultado un cambio asociado en la potencia de la luz reflejada desde el FFP. Alternativamente, cuando se usa una fuente de luz de interrogación de banda ancha, un cambio en la distancia entre las dos superficies reflectantes da como resultado un cambio asociado en el espectro de luz reflejado desde el FFP, es decir, un cambio asociado en la longitud de onda de una banda de luz más fuertemente reflejada por el FFP. Con el FFP acoplado mecánicamente (por ejemplo, unido, acoplado o enrollado firmemente) a una porción magnetostrictiva de un sensor, un cambio en la forma o dimensión de la porción magnetostrictiva cambia la distancia entre las superficies reflectantes en el FFP, que a su vez cambia la longitud de onda de una banda de luz reflectante por el FFP. Por lo tanto, al monitorear la luz reflejada desde un FFP acoplado mecánicamente a la porción magnetostrictiva, puede determinarse la proximidad de un elemento magnético 104 a la porción magnetostrictiva 506 (y, por lo tanto, al sensor 11, 12, 13).

Debe señalarse que, prácticamente hablando, para evitar la interferencia entre las señales de proximidad proporcionadas por diferentes FFP 512, los FFP se localizan en las respectivas fibras ópticas separadas (no se muestran en la Figura 3).

5 Otro ejemplo de configuración de los sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 13 del aparato 3 de acuerdo con otro ejemplo se ilustra esquemáticamente en la Figura 4.

10 Con referencia a la Figura 4, la porción magnetostrictiva 604 de cada uno del primer al tercer sensor 11, 12, 13 se proporciona por un recubrimiento (o revestimiento) magnetostrictivo 610 sobre una fibra óptica 602 dentro de la cual se localizan los elementos ópticos 606. El recubrimiento magnetostrictivo 610 niega la necesidad de acoplar mecánicamente los elementos ópticos 606 a una placa magnetostrictiva separada (tal como la placa 510 de la Figura 3), y por lo tanto reduce el espacio de instalación requerido y el peso del aparato 3.

15 Un sistema ilustrativo 5 para procesar las señales de proximidad de los sensores 11, 12, 21, 22 de cualquiera de los aparatos 102, 202, 3, 4 descritos anteriormente se ilustra esquemáticamente en la Figura 5. De acuerdo con algunas modalidades ilustrativas de la presente invención, el sistema de procesamiento de señal de proximidad 5 forma parte del aparato de determinación de posición 102.

20 Con referencia a la Figura 5, el sistema 5 comprende el primer al tercer divisores ópticos 702, 704, 706, una fuente óptica 708, un procesador 710, dos medidores de luz 712, 714 y un convertidor analógico a digital 716. El procesador 710 se conecta comunicativamente a los medidores de luz 712, 714. La fuente óptica 708 puede ser, por ejemplo, un láser sintonizado o una fuente de luz de banda ancha. La fuente óptica 708 se dispone para emitir luz al tercer divisor óptico 706. El tercer divisor óptico 706 divide la luz recibida desde la fuente óptica 708 en dos porciones, y estas dos porciones se alimentan al primer y segundo divisores ópticos 702, 704, respectivamente. Desde el primer divisor óptico 702, la porción de luz recibida desde el tercer divisor óptico 706 se envía a través de una fibra óptica a los elementos ópticos de los sensores ópticos magnetostrictivos (por ejemplo, los sensores 11 y 21 de la Figura 1) localizados dentro de esa fibra óptica (no se muestra en la Figura 5). Desde el segundo divisor óptico 704, la porción de luz recibida desde el tercer divisor óptico 706 se envía a través de una fibra óptica diferente a los elementos ópticos de los sensores ópticos magnetostrictivos (por ejemplo, los sensores 12 y 22 de la Figura 1) localizados dentro de esa fibra óptica (no se muestra en la Figura 5). Como se describió anteriormente, los elementos ópticos de los sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 21, 22 reflejan la luz de acuerdo con la proximidad de un elemento magnético 104 (no se muestra en la Figura 5) a cada sensor. La luz reflejada regresa por las fibras ópticas a través del primer y segundo divisores ópticos 702, 704 al primer y segundo medidores de luz 712 y 714, respectivamente.

35 En una modalidad, la fuente óptica 708 puede ser una fuente de luz de banda ancha. En este caso, el primer y segundo medidores de luz 712, 714 pueden ser respectivos medidores de longitud de onda que se disponen para medir la longitud de onda de la luz reflejada desde los elementos ópticos de los respectivos sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 21, 22. El procesador 710 procesa la(s) longitud(es) de onda medidas por los medidores de luz 712, 714, y convierte las longitudes de onda medidas (por ejemplo, a través de una calibración) en las respectivas distancias determinadas entre los sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 21, 22 y el elemento magnético 104 (no se muestra en la Figura 5).

40 En otra modalidad, la fuente óptica 708 puede ser una fuente óptica de banda estrecha sintonizable, tal como un láser sintonizable. En tal modalidad, el primer y segundo medidores de luz 712, 714 pueden ser fotodiodos que se disponen para medir la intensidad de la luz reflejada desde los elementos ópticos de los respectivos sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 21, 22. El convertidor analógico a digital 716 puede disponerse para convertir las señales analógicas de fotodiodos en señales digitales que luego se proporcionan al procesador 710. En este ejemplo, el procesador 710 se dispone para controlar el láser sintonizable 708 para emitir luz sucesivamente a diferentes longitudes de onda, y al mismo tiempo monitorear las señales de intensidad de la luz recibidas de los fotodiodos 712, 714. Por lo tanto, el procesador 710 puede determinar para qué longitud de onda emitida se detecta la mayor intensidad de la luz reflejada, y de esta manera determinar la longitud de onda de luz más reflejada por los elementos ópticos de los sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 21, 22 en ese momento. El procesador 710 puede convertir las longitudes de onda determinadas (por ejemplo, mediante una calibración) en distancias respectivas determinadas entre los sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 21, 22 y el elemento magnético 104 (no se muestra en la Figura 5).

55 En una modalidad de ejemplo, uno de los divisores ópticos 702, 704 puede disponerse para dirigir una porción de la luz recibida desde la fuente óptica 708 hacia una fibra óptica de control que tiene un elemento óptico, tal como una FBG o un FFP localizado dentro de la misma, pero no se acopla mecánicamente a una porción de material magnetostrictivo (no se muestra en la Figura 5). La longitud de onda de la luz reflejada desde el elemento óptico de esta fibra óptica de control no cambiará en función de la proximidad a una fuente de campo magnético, sino que cambiará, por ejemplo, en función de la temperatura. Por lo tanto, la longitud de onda de la luz reflejada dentro de esta fibra de control puede ser utilizada por el procesador 710 (por ejemplo, mediante calibración) para corregir las variaciones de temperatura en las proximidades del aparato 102 (no se muestra en la Figura 5).

65 Se apreciará que, aunque dos divisores ópticos 702, 704 y dos medidores de luz asociados 712, 714 se muestran en la Figura 5, en otras modalidades puede haber cualquier cantidad de divisores ópticos y medidores de luz asociados. La cantidad de divisores ópticos y medidores de luz asociados puede basarse en la cantidad de filas o columnas de sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 21, 22, o la cantidad de sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 21, 22, o la cantidad

5 fibras ópticas de control requeridas, por ejemplo, para controlar diferentes variaciones de temperatura en la cercanía de los diferentes sensores ópticos magnetostrictivos. También se apreciará que, como alternativa a la multiplexación y al procesamiento como se describió anteriormente con referencia a la Figura 5, puede usarse cualquier otra multiplexación adecuada, tal como la multiplexación en el tiempo o la multiplexación de fase, o cualquier otro procesamiento adecuado de las señales de proximidad de cada uno de los sensores ópticos magnetostrictivos 11, 12, 21, 22.

10 Con referencia a la Figura 6, se muestra una vista lateral esquemática de un ejemplo de un avión de acuerdo con una modalidad de la invención. El avión 6 comprende un conjunto de puertas de avión 300, cuyo conjunto 300 puede comprender cualquiera de los aparatos descritos anteriormente. La aeronave 6 puede comprender cualquiera de los sistemas descritos anteriormente. Los sistemas y aparatos que incorporan la presente invención podrían estar comprendidos en el avión 6 en mecanismos distintos del conjunto de puertas 300. Tales mecanismos incluyen, por ejemplo, conjuntos de puerta de cabina presurizada, conjuntos de puerta de acceso interno a la aviónica, conjuntos de puerta de aviónica externa, conjuntos de puerta de carga y conjuntos de puerta del tren de aterrizaje. El avión 6 comprende un conjunto de tren de aterrizaje 400, cuyo conjunto 400 puede comprender cualquiera de los aparatos y sistemas descritos anteriormente. Los sistemas y aparatos descritos anteriormente pueden usarse en el conjunto del tren de aterrizaje 400 para determinar uno o más parámetros del tren de aterrizaje. Los parámetros del tren de aterrizaje pueden incluir uno de un estado de seguro abajo y arriba del tren de aterrizaje (es decir, que indica si el tren de aterrizaje está bloqueado en una posición "hacia abajo" o "hacia arriba"), un parámetro de compresión del amortiguador (es decir, que indica el grado hasta el cual se comprime un amortiguador) o un parámetro de desgaste de los frenos de un tren de aterrizaje (es decir, un grado en el que se desgasta el freno de una rueda de un tren de aterrizaje), un parámetro de rotación del péndulo de bogie o un parámetro de orientación de dirección de un tren de aterrizaje (es decir, que indica el grado en que gira la rueda del tren de aterrizaje con respecto al eje del avión), o cualquier otro parámetro concebible del tren de aterrizaje que dependa de la proximidad o la posición de un objeto con relación a otro objeto. Los sistemas y aparatos descritos anteriormente se pueden usar en cualquier parte concebible de un avión en la que los objetos o partes del avión se muevan uno con relación al otro. Estos pueden incluir, por ejemplo, partes del ala de un avión, tales como aletas y alerones, o por ejemplo, partes de la cabina de un avión, tales como controles de aviones o similares. Además, los sistemas y aparatos que incorporan la presente invención podrían estar comprendidos en vehículos además de los aviones, tales como vehículos de carretera o vehículos ferroviarios.

30 Cualquiera de los conjuntos de sensores descritos anteriormente puede estar incorporado en una unidad, módulo o componente que se une a un primer objeto, y que se usa para determinar la posición, con relación al primer objeto, de un segundo objeto que tiene uno o más elementos magnéticos. En algunas modalidades, la unidad, módulo o componente comprendería una pluralidad de sensores ópticos magnetostrictivos localizados de manera fija uno con relación al otro, cada sensor que comprende una porción magnetostrictiva y un elemento óptico acoplado mecánicamente a la porción magnetostrictiva para que un cambio en la forma de la porción magnetostrictiva provoque un cambio en una característica óptica del elemento óptico.

40 Las modalidades anteriores deben entenderse como ejemplos ilustrativos de la invención. Debe entenderse que cualquier característica descrita con relación a cualquier modalidad puede usarse sola, o en combinación con otras características descritas, y también puede usarse en combinación con una o más características de cualquier otra de las modalidades, o cualquier combinación de cualquier otra de las modalidades. Además, los equivalentes y modificaciones no descritos anteriormente también pueden emplearse sin apartarse del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (102) para determinar la posición de un objeto (108) que tiene uno o más elementos magnéticos (104), el aparato (102) comprende una pluralidad de sensores ópticos magnetostrictivos (11, 12, 21, 22) dispuestos en una matriz bidimensional o una matriz tridimensional, la matriz que comprende al menos dos sensores en cada dimensión, cada sensor está dispuesto para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor (11, 12, 21, 22) al uno o más elementos magnéticos (104), el aparato se dispone para determinar la posición del objeto (108) en base a una pluralidad de tales señales de proximidad.
2. El aparato (102) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aparato (102) se dispone para determinar una posición tridimensional del objeto (108); y/o en donde el aparato (102) se dispone para determinar si, para cada señal de proximidad, una característica de la señal de proximidad está por encima de un primer umbral predefinido y/o por debajo de un segundo umbral predefinido.
3. El aparato (102) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde cada sensor (11, 12, 21, 22) comprende un elemento óptico (512) localizado dentro de una fibra óptica (502); opcionalmente en donde los elementos ópticos (512) de al menos dos de la pluralidad de sensores (11, 12, 21, 22) se localizan dentro de la misma fibra óptica (502); y/u opcionalmente en donde el elemento óptico (512) de al menos uno de los sensores (11, 12, 21, 22) es una red de Bragg en fibra (FBG); y/u opcionalmente en donde el elemento óptico (512) de al menos uno de los sensores (11, 12, 21, 22) es un interferómetro de fibra Fabry-Perot (FFP); y/u opcionalmente en donde cada sensor comprende un recubrimiento magnetostrictivo (610) en la fibra óptica.
4. Un conjunto de puertas de avión (300) que comprende el aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; opcionalmente en donde el conjunto de puertas es uno de un conjunto de puertas de cabina presurizada, un conjunto de puertas de acceso interno a la aviónica, un conjunto de puertas de la aviónica externa, un conjunto de puertas de carga, y un conjunto de puertas del tren de aterrizaje.
5. Un conjunto de tren de aterrizaje (400) que comprende el aparato (102) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 3.
6. Un sistema (1) que comprende el aparato (102) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 3, y el objeto (108) que tiene el uno o más elementos magnéticos (104).
7. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el sistema (1) se dispone de manera que cada sensor (11, 12, 21, 22) se dispone para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor (11, 12, 21, 22) a un solo elemento magnético (104) del objeto; opcionalmente en donde el objeto (108) tiene una pluralidad de elementos magnéticos (104), y en donde el sistema (1) se dispone de manera que cada sensor (11, 12, 21, 22) se dispone para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor a un elemento respectivo diferente de la pluralidad de elementos magnéticos (104).
8. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el sistema (1) se dispone de manera que cada sensor (11, 12, 21, 22) se dispone para producir una señal que es indicativa de la proximidad del sensor a un solo elemento magnético (104) del objeto (108); y en donde el objeto (108) tiene un primer elemento magnético (104), y en donde el sistema (1) se dispone de manera que cada uno de la pluralidad de sensores (11, 12, 21, 22) se dispone para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor al primer elemento magnético (104); opcionalmente en donde el aparato (102) se dispone para determinar la posición del objeto (108) en base a una determinación, para cada sensor (11, 12, 21, 22), de la proximidad del sensor (11, 12, 21, 22) al primer elemento magnético.
9. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el objeto (108) tiene un elemento magnético (104), y en donde la pluralidad de sensores (11, 12, 21, 22) se disponen en una matriz que ocupa un área que es más grande que un área ocupada por el elemento magnético (104) del objeto (108).
10. El sistema (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 9, en donde el objeto (108) es un componente de un conjunto de puertas (300) de un avión (6).
11. El sistema (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 9, en donde el objeto (108) es un componente de un conjunto de tren de aterrizaje (400) de un avión (6); opcionalmente en donde el aparato (102) se dispone para determinar uno o más de un estado de seguro arriba del tren de aterrizaje, un estado de seguro abajo del tren de aterrizaje, un parámetro de compresión del amortiguador del tren de aterrizaje, un parámetro de desgaste del freno del tren de aterrizaje, un parámetro de rotación del

péndulo de bogie del tren de aterrizaje y un parámetro de orientación de la dirección del tren de aterrizaje.

- 5
12. Un vehículo (6) que comprende el aparato (102) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 3, o el conjunto (300, 400) de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, o el sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 11; opcionalmente en donde el vehículo (6) es un avión (6).
- 10
13. Un método para determinar, en un aparato (102), la posición de un objeto (108) que tiene uno o más elementos magnéticos (104), el aparato que comprende (102) una pluralidad de sensores ópticos magnetostrictivos (11, 12, 21, 22) dispuestos en una matriz bidimensional o una matriz tridimensional, la matriz que comprende al menos dos sensores en cada dimensión, cada sensor se dispone para producir una señal que es indicativa de una proximidad del sensor (11, 12, 21, 22) al uno o más elementos magnéticos (104), el método que comprende: producir una pluralidad de tales señales; y determinar, en base a la pluralidad de señales, la posición del objeto (108).
- 15
14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la determinación se basa en una determinación, para cada sensor (11, 12, 21, 22), de la proximidad del sensor (11, 12, 21, 22) a un elemento magnético (104) del objeto (108); opcionalmente en donde la determinación implica bilateración y/o trilateración mediante el uso de la proximidad determinada de cada sensor (11, 12, 21, 22) al único elemento magnético (104).
- 20
15. El método de acuerdo con la reivindicación 13 o la reivindicación 14, en donde la determinación comprende determinar una posición tridimensional del objeto (108); y/o el método comprende determinar si, para cada señal de proximidad, una característica de la señal de proximidad está por encima de un primer umbral predefinido y/o por debajo de un segundo umbral predefinido; y/o el método comprende almacenar la posición determinada del objeto (108) y monitorear la posición del objeto (108) con relación a la posición almacenada.
- 25
16. Una unidad para unirse a un primer objeto y para su uso en la determinación de la posición de un segundo objeto (108) que tiene uno o más elementos magnéticos (104), la unidad que comprende una pluralidad de sensores ópticos magnetostrictivos (11, 12, 21, 22) dispuestos en una matriz bidimensional o una matriz tridimensional, la matriz que comprende al menos dos sensores en cada dimensión, y se localizan de manera fija uno con relación al otro, cada sensor (11, 12, 21, 22) que comprende una porción magnetostrictiva (506) y un elemento óptico (512) acoplado mecánicamente a la porción magnetostrictiva (506) de manera que un cambio en la forma de la porción magnetostrictiva (506) provoca un cambio en una característica óptica del elemento óptico (512).
- 30
- 35

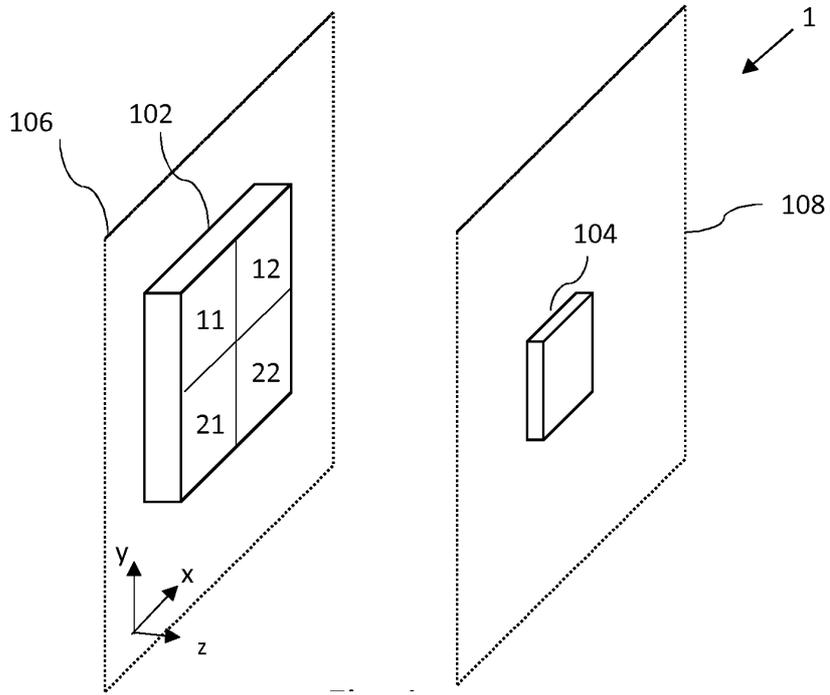


Figura 1

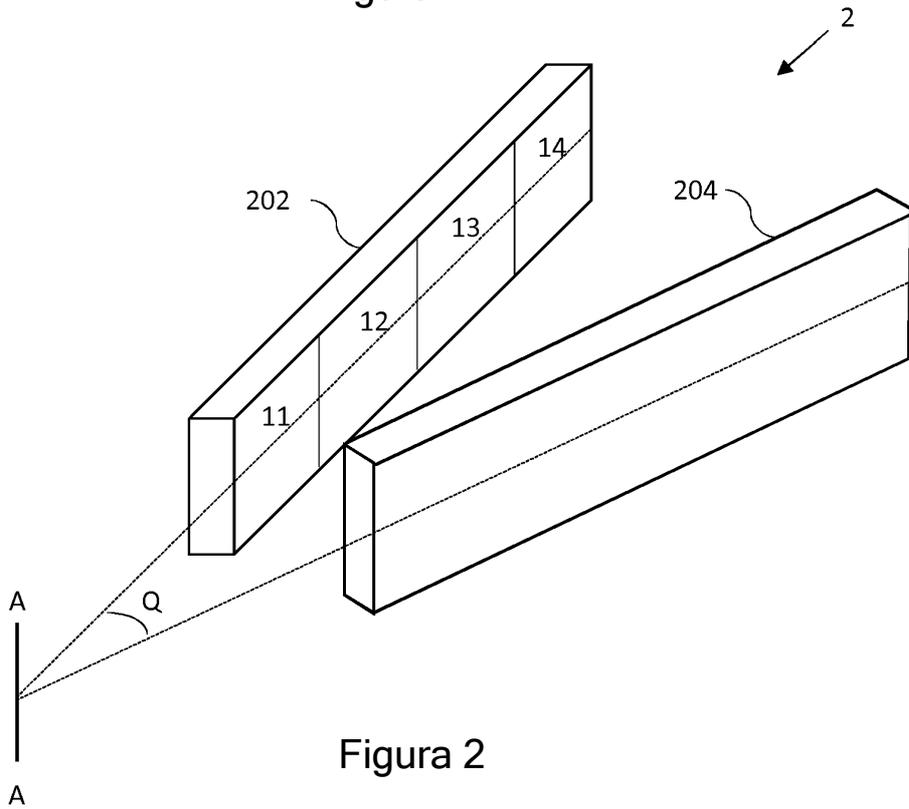


Figura 2

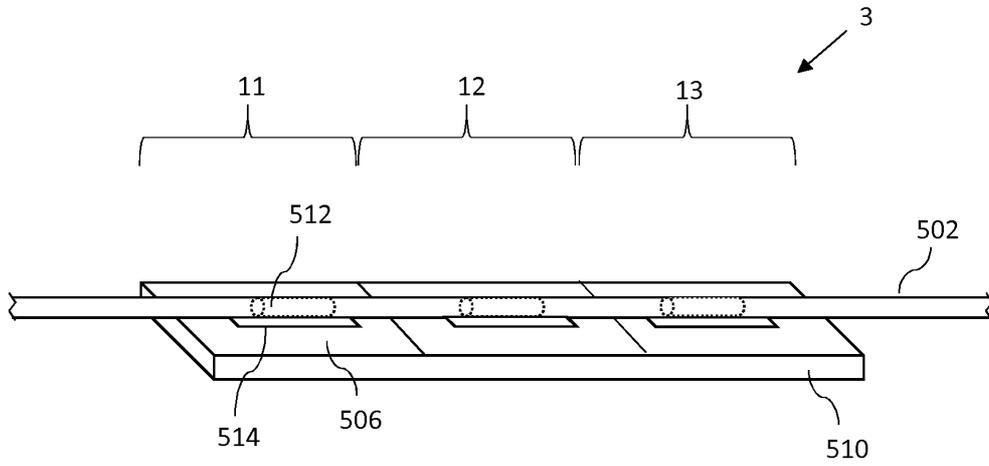


Figura 3

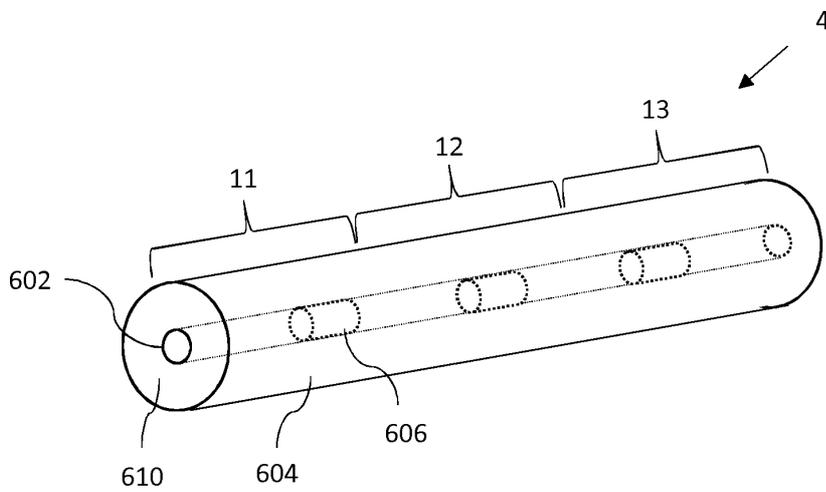


Figura 4

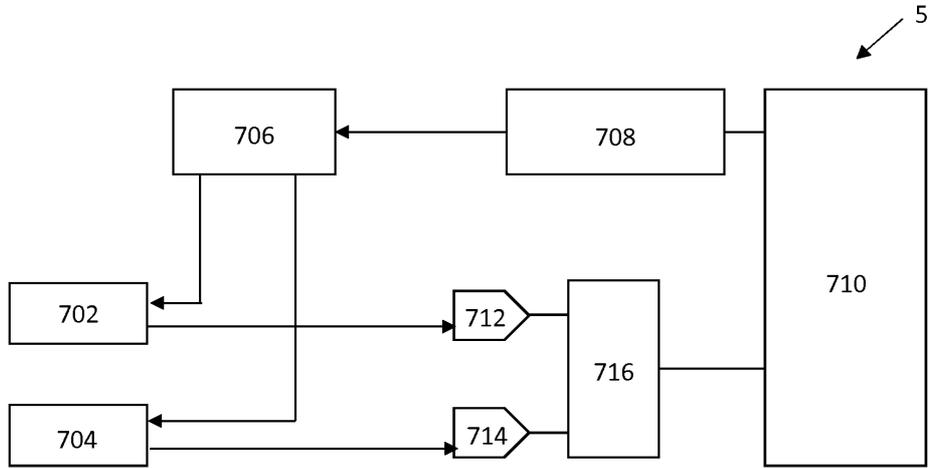


Figura 5

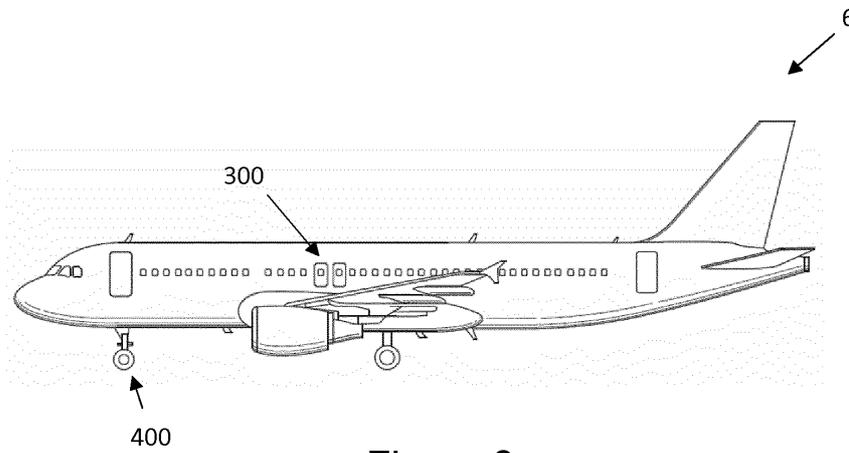


Figura 6