

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 624**

51 Int. Cl.:

G01C 17/28 (2006.01)

G01C 21/08 (2006.01)

G01C 21/20 (2006.01)

G01C 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2009 PCT/US2009/006293**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2011 WO11065931**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2009 E 09851744 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 2504662**

54 Título: **Posicionamiento de un dispositivo con relación a una fuente de señal magnética**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.04.2019

73 Titular/es:
NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karaportti 3
02610 Espoo, FI

72 Inventor/es:
KAMPPI, PAUL MIKAEL;
MUTANEN, RISTO PETTERI y
RAUTIAINEN, TERHI

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 710 624 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

Posicionamiento de un dispositivo con relación a una fuente de señal magnética

5 Campo

Esta invención se refiere a posicionamiento.

10 Antecedentes

Los servicios de posicionamiento que permiten el posicionamiento (localización) de un dispositivo (y por lo tanto también del usuario que está llevando el dispositivo) hoy en día están ampliamente disponibles de manera general. Para posicionamiento de exteriores, los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) ya proporcionan resultados satisfactorios, en particular cuando se mejoran con Ampliación de GNSS. En escenarios de exteriores obstruidos o ciertos escenarios de interiores, las señales de los satélites, sin embargo, pueden verse altamente atenuadas, solicitando métodos de posicionamiento adicionales/alternativos.

El documento US 6 686 881 B1 describe un sistema de identificación y rastreo para un objeto móvil que usa campos magnéticos generados por fuentes de campo magnético separadas. Los respectivos campos magnéticos se detectan en el objeto y se usan para determinar su posición con relación a las fuentes de campo magnético.

Sumario de algunas realizaciones de la invención

Para mejorar en general la precisión de posicionamiento, pueden combinarse múltiples técnicas de posicionamiento, tanto en entornos de exteriores como de interiores. Por ejemplo, en escenarios de exteriores abiertos pueden aplicarse técnicas de posicionamiento basadas en GNSS, y en escenarios de interiores abiertos grandes, tal como en un pasillo o una sala de exposiciones, son adecuadas técnicas de posicionamiento basado en ángulo (por ejemplo técnicas de posicionamiento de Dirección de Llegada/Dirección de Salida (DoA/DoD) basadas en conjuntos de antenas). En entornos de cañones en la calle en exteriores o de oficinas en interiores, puede aplicarse Navegación por Estima (DR) para posicionamiento. DR se entiende en esta memoria descriptiva como un proceso de estimación de una posición actual basándose en una posición previamente determinada (una denominada posición definida), y adelantar esa posición basándose en, parámetros de movimiento conocidos o estimados (tales como, por ejemplo, velocidad sobre tiempo transcurrido o frecuencia de paso de tiempos de longitud de paso, y curso/dirección).

Entre otros, sin embargo, puede ser difícil decidir cuándo aplicar estas diferentes técnicas de posicionamiento. Entre otros, también puede ser difícil proporcionar entrada fiable (tal como, por ejemplo, una estimación de posición o parámetros de movimiento tales como, por ejemplo, direcciones de movimiento o longitudes de pasos) para técnicas de posicionamiento, tales como, por ejemplo, técnicas de DR.

En un primer aspecto de la presente invención, se desvela un método, que comprende las etapas de la reivindicación 1 adjunta.

En el primer aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un programa informático, que comprende código de programa para realizar el método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención cuando dicho programa informático se ejecuta en un procesador. El programa informático puede distribuirse, por ejemplo, mediante una red, tal como, por ejemplo, la Internet. El programa informático puede almacenarse o codificarse, por ejemplo, en un medio legible por ordenador. Dicho programa informático puede representar al menos parcialmente software y/o firmware de dicho procesador. Dicho procesador puede estar comprendido, por ejemplo, en dicho dispositivo en el que se detecta dicha señal magnética.

En el primer aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un medio legible por ordenador, que tiene un programa informático de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención almacenado en el mismo. El medio legible por ordenador puede realizarse, por ejemplo, como un medio de almacenamiento eléctrico, magnético, electro-magnético, óptico u otro, y puede ser un medio extraíble o un medio que se instale de manera fija en un aparato o dispositivo. Ejemplos no limitantes de un medio legible por ordenador de este tipo son una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM) o una Memoria de Solo Lectura (ROM). El medio legible por ordenador puede ser, por ejemplo, un medio de almacenamiento, por ejemplo un medio de almacenamiento tangible. Un medio legible por ordenador se entiende que es legible por un ordenador, tal como, por ejemplo, un procesador. Dicho procesador puede estar comprendido, por ejemplo, en dicho dispositivo en el que se detecta dicha señal magnética.

En el primer aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un aparato, como se define en la reivindicación 13 adjunta. Dicho aparato puede ser, por ejemplo, dicho dispositivo, o una parte del mismo.

En el primer aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un aparato, que comprende al menos un procesador; y al menos una memoria que incluye código de programa informático como se define en la

reivindicación 12. Dicho código de programa informático puede representar, por ejemplo, al menos parcialmente software y/o firmware para dicho procesador. Ejemplos no limitantes de dicha memoria son una RAM o ROM que es accesible por dicho procesador. Dicho aparato puede ser, por ejemplo, dicho dispositivo, o una parte del mismo. De acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, una señal magnética se detecta en un dispositivo. Dicho dispositivo puede ser, por ejemplo, un dispositivo de posicionamiento que está configurado para determinar su posición. Dicha posición determinada puede indicarse a continuación a un usuario de dicho dispositivo, o proporcionarse a otro aparato para procesamiento adicional. Un ejemplo de dicho dispositivo es un dispositivo electrónico portátil, por ejemplo un teléfono móvil, o una unidad de navegación móvil.

Dicha señal magnética puede comprender por ejemplo, una magnitud y/o una dirección de una densidad de flujo magnético o de una intensidad de campo magnético. Dicha señal magnética puede ser, por ejemplo, una señal sinusoidal. Como un ejemplo adicional, dicha señal magnética puede ser una señal con una magnitud constante. Proviene de una fuente de señal magnética, que puede ser, por ejemplo, una fuente de señal magnética artificial (en contraste a los polos magnéticos de la Tierra). La fuente de señal magnética se ha instalado en un entorno en el que dicho dispositivo (y por lo tanto también el usuario que lleva dicho dispositivo) ha de posicionarse por dicho proceso de posicionamiento. Un ejemplo no limitante de una fuente de señal magnética de este tipo es una disposición de bobina (es decir una o más bobinas, por ejemplo un par de bobinas de Helmholtz) controladas por una corriente, que puede ser, por ejemplo, una corriente variable en el tiempo, tal como, por ejemplo, una corriente sinusoidal, o una corriente invariable en el tiempo, tal como, por ejemplo, una corriente constante (CC). Dicha fuente de señal magnética puede producir dicha señal magnética de una manera estacionaria o cuasi-estacionaria, es decir dicha fuente de señal magnética puede no actuar como una antena. Esto puede conseguirse, por ejemplo, cuando las dimensiones de los componentes de la fuente de señal magnética (por ejemplo una o más bobinas) son mucho más pequeñas (por ejemplo en un factor de 10 o menor) que un cuarto de la longitud de onda de una señal que lleva dicha fuente de señal magnética (tal como, por ejemplo, una corriente que lleva dichas una o más bobinas). Dicha señal magnética puede no estar acompañada por una señal eléctrica. Dicha señal magnética puede no ser el componente magnético de una señal electromagnética (tal como, por ejemplo, una onda electromagnética que viaja emitida por una antena).

Dicha señal magnética, por ejemplo, puede ser únicamente detectable en dicho dispositivo en un área limitada asociada con dicha fuente de señal magnética, de modo que la detección de dicha señal magnética en dicho dispositivo es indicativa de que dicho dispositivo está localizado en dicha área limitada. En la misma, dicha señal magnética puede considerarse que es únicamente detectable en dicho dispositivo si se recibe con al menos una intensidad de señal o relación de señal a ruido mínima (por ejemplo predefinida). Dicha área limitada puede ser característica para la fuente de señal magnética usada. Dicha área puede considerarse, por ejemplo, que está definida por un casco fuera del cual la intensidad de dicha señal magnética se deteriora significativamente, por ejemplo, por debajo de un valor fijo (por ejemplo predefinido). Una sensibilidad de recepción de un componente de recepción de dicho dispositivo y/o una intensidad de dicha fuente de señal magnética pueden ajustarse, por ejemplo, de modo que dicha señal magnética es únicamente detectable por dicho dispositivo si dicho dispositivo está en dicha área limitada. Dicha señal magnética por ejemplo, puede ser únicamente detectable en dicho dispositivo si dicho dispositivo está situado en o al menos cerca de dicha fuente de señal magnética (por ejemplo menor de 1 m alejado de dicha fuente de señal magnética, por nombrar un valor de ejemplo). Por ejemplo, si dicha fuente de señal magnética está realizada como dos bobinas que están montadas en paredes opuestas, dicha señal magnética por ejemplo únicamente será detectable si dicho dispositivo está sustancialmente entre dichas dos bobinas. Como un ejemplo no limitante adicional, si dicha fuente de señal magnética está realizada como una bobina que está montada en el suelo o en un techo, dicha señal magnética, por ejemplo, puede ser únicamente detectable si dicho dispositivo está sustancialmente por encima o por debajo de dicha bobina, respectivamente.

Dicha señal magnética se detecta en dicho dispositivo, produciendo una señal magnética detectada. Dicha detección, puede resultar, por ejemplo de un proceso de monitorización de al menos una duración limitada de tiempo.

Está disponible información de proceso de posicionamiento, que se usa en dicho proceso de posicionamiento. En la misma, la información de proceso de posicionamiento es información sobre una señal magnética detectada, y/o información determinada basándose en dicha señal magnética detectada, y/o información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada.

Dicha información de proceso de posicionamiento puede ser, por ejemplo, la información vacía de que una señal magnética no se ha detectado en absoluto.

Como ejemplos no limitantes adicionales, dicha información de proceso de posicionamiento puede comprender una representación de dicha señal magnética detectada en sí misma (por ejemplo una representación muestreada de la misma).

Como ejemplos no limitantes adicionales, la información de proceso de posicionamiento puede comprender uno o más parámetros o características de dicha señal magnética detectada, por ejemplo su frecuencia, patrón de modulación, magnitud y/o dirección, o información contenida en dicha señal magnética en sí misma, por ejemplo

información que se ha incluido (por ejemplo codificado) en dicha señal magnética. Por ejemplo, la posición de la fuente magnética que produjo la señal magnética detectada puede incluirse en la señal magnética, por ejemplo explícitamente (como valores de coordenadas, por ejemplo, coordenadas geodésicas), o implícitamente (por ejemplo asignando a la fuente de señal magnética un identificador, por ejemplo un número, de modo que la posición de la fuente de señal magnética puede identificarse basándose en el identificador), dicha información de proceso de posicionamiento puede, adicionalmente o como alternativa, comprender información sobre una dirección de movimiento del usuario del dispositivo, dirección de movimiento que puede recopilarse, por ejemplo, por un proceso que controla la activación de dicha fuente de señal magnética y puede a continuación incluirse en dicha señal magnética.

Como ejemplos no limitantes adicionales, dicha información de proceso de posicionamiento puede comprender información que se determina basándose en la señal magnética detectada. En la misma, dicha información puede determinarse basándose en la señal magnética detectada en solitario, o también basándose en información adicional.

Como ejemplos no limitantes adicionales, dicha información de proceso de posicionamiento puede comprender información que se determina basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada (por ejemplo datos de medición que se obtienen midiendo una característica magnética durante un periodo de tiempo para detectar la señal magnética). En la misma, dicha información puede determinarse basándose en dichos datos medidos en solitario, o también basándose en información adicional, tal como, por ejemplo, datos de referencia que pertenecen a la fuente de señal magnética que produjo la señal magnética detectada, permitiendo la derivación de, por ejemplo, una dirección de movimiento y/o una longitud de paso de un usuario y/o permitiendo la identificación de una fuente de señal magnética que produjo la señal magnética detectada.

Dicho proceso de posicionamiento es para posicionar dicho dispositivo en dicho entorno. Dicho proceso de posicionamiento puede comprender una o más diferentes técnicas de posicionamiento, por ejemplo se considera posicionamiento basado en GNSS, posicionamiento basado en ángulo (por ejemplo posicionamiento que aprovecha transmisión y/o recepción con conjuntos de antenas con al menos dos elementos de antena, tal como, por ejemplo, posicionamiento basado en DoA/DoD, donde se determinan la dirección de llegada y/o la dirección de salida de señales respectivamente que llegan o salen del conjunto de antenas ya sea en el sitio de transmisión o en el sitio de recepción), posicionamiento basado en DR, posicionamiento basado en baliza (por ejemplo un posicionamiento en el que las posiciones y/o áreas de cobertura de balizas, tales como por ejemplo puntos de acceso de Red de Área Local Inalámbrica (WLAN) o estaciones base de sistemas de comunicación celular, que pueden escucharse actualmente (por ejemplo recibirse con una intensidad de señal mínima) en un dispositivo para determinar una posición del dispositivo), por nombrar unos pocos ejemplos no limitantes. Dicho proceso de posicionamiento puede usar adicionalmente mapas u otra información, por ejemplo para filtrar/mejorar la estimación de posición.

Dicha información de proceso de posicionamiento se usa en dicho proceso de posicionamiento. Dicha información de proceso de posicionamiento puede usarse, por ejemplo, en dicho proceso de posicionamiento para determinar dicha posición de dicho dispositivo, ya sea basándose únicamente en la información de proceso de posicionamiento o basándose en información adicional. Igualmente bien, dicha información de proceso de posicionamiento puede usarse en dicho proceso de posicionamiento para modificar un curso o flujo de dicho proceso de posicionamiento. Dicho proceso de posicionamiento por lo tanto puede entenderse que se ve afectado por dicha información de proceso de posicionamiento.

De acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, de esta manera se usa la información de proceso de posicionamiento que está relacionada con una señal magnética detectada producida por una fuente magnética que está instalada en un entorno en un proceso de posicionamiento. Dicha fuente de señal magnética por lo tanto puede considerarse como un punto de referencia en dicho entorno que, mediante la señal magnética que produce, puede aprovecharse en el proceso de posicionamiento, por ejemplo conmutando entre diferentes técnicas de posicionamiento comprendidas en el proceso de posicionamiento tras la detección de la señal magnética, o considerando la posición de la fuente de señal magnética (que puede estar contenida en o al menos ser derivable desde o basándose en dicha señal magnética detectada) como la posición actual del dispositivo tras detección de la señal magnética (y por ejemplo usando esta posición como una posición definida para un proceso de DR), o derivando/determinando parámetros adicionales usables en el proceso de posicionamiento a partir de la señal magnética detectada o basándose en datos relacionados con la señal magnética detectada, tal como una dirección de movimiento y/o una longitud de paso de un usuario que lleva dicho dispositivo, que puede ser útil, por ejemplo, para un proceso de DR, o tal como una identificación de la fuente de señal magnética que produjo la señal magnética detectada.

En las realizaciones de la presente invención, usar una señal magnética es ventajoso puesto que la señal magnética puede detectarse con un magnetómetro que puede ya estar presente y usarse en dispositivos para estimación de rumbo (es decir determinar la dirección de norte magnético). Por lo que no se requiere nuevo hardware (es decir antena) en los dispositivos para detección de la señal magnética.

En las realizaciones de la presente invención, usar una señal magnética es ventajoso puesto que la magnitud de la

señal magnética (por ejemplo la intensidad de campo magnético) se atenúa rápidamente como una función de distancia desde la fuente de señal magnética y por lo tanto, la señal magnética puede detectarse únicamente en una cercanía cercana de la fuente de señal magnética. Esto significa que la fuente de señal magnética proporciona posiciones definidas de posición precisa para usarse, por ejemplo, junto con navegación por estima.

5 De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dicha producción de dicha señal magnética por dicha fuente de señal se activa por dicho dispositivo o un usuario de dicho dispositivo que se acerca o pasa por dicha fuente de señal magnética. Esto puede significar, por ejemplo, que dicha señal magnética se produce únicamente cuando dicho dispositivo o usuario se detecta que se acerca o pasa por dicha fuente de señal magnética. Una detección de este tipo puede conseguirse, por ejemplo, basándose en conmutadores de contacto, barreras de luz, conmutadores que están acoplados con puertas automáticas, sensores de proximidad o señalización entre el dispositivo y la fuente de señal magnética, por nombrar unos pocos ejemplos no limitantes. Dicha producción de dicha señal magnética puede terminarse cuando dicho dispositivo o dicho usuario de dicho dispositivo ha pasado por dicha fuente de señal magnética o se aleja de dicha fuente de señal magnética. Esto puede también detectarse por los medios anteriormente enumerados. Como alternativa o adicionalmente, puede usarse un temporizador para controlar el periodo durante el cual se usa la producción de la señal magnética después de que se haya activado la producción.

20 Activar la producción de la señal magnética por el usuario o dispositivo que se acerca o pasa por la fuente de señal magnética puede ser ventajoso puesto que el consumo de potencia de la fuente de señal magnética puede reducirse en comparación con una producción continua de la señal magnética por la fuente de señal magnética.

25 Activar la producción de la señal magnética por el usuario o dispositivo que se acerca o pasa por la fuente de señal magnética puede ser también ventajoso puesto que el área en la que la señal magnética es detectable en el dispositivo puede confinarse a un área limitada o sustancialmente a una única posición. La detección de la señal magnética en el dispositivo puede a continuación considerarse indicativa del dispositivo que está localizado en esta área limitada o en esta posición. Por ejemplo, si la fuente de señal magnética se monta en un pasillo, una primera barrera de luz antes de la fuente de señal magnética y una segunda fuente de luz detrás de la fuente de señal magnética pueden usarse para encender y apagar la producción de la señal magnética, respectivamente, cuando un usuario pasa a través de la primera y segunda barreras de luz. El área limitada es entonces el área entre la primera barrera y segunda barrera de luz. Igualmente bien, en este escenario, puede usarse una única barrera de luz en la fuente de señal magnética, y un usuario que pasa esta barrera de luz puede entonces considerarse, debido a la detección de la señal magnética (la producción de la cual se activa pasando la barrera de luz) en el dispositivo del usuario, en la posición de la fuente de señal magnética.

35 En la misma, la detección de la señal magnética en el dispositivo puede considerarse que es independiente de la manera de activar la producción de la señal magnética; en otras palabras, el dispositivo puede únicamente tener que ser capaz de detección de la señal magnética, mientras que la activación de la producción de la señal magnética puede implementarse de muchas maneras diferentes, por ejemplo según es apropiado en el respectivo entorno en el que está instalada la fuente de señal magnética (por ejemplo, cerca de una puerta automática, un conmutador acoplado a la puerta automática puede usarse para activar la producción de la señal magnética por una fuente de señal magnética que está localizada cerca de la puerta automática, mientras que para una fuente magnética diferente, por ejemplo puede usarse una barrera de luz o un conmutador de contacto en el suelo).

45 De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, detectar dicha señal magnética en dicho dispositivo es parte del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención. En consecuencia, los aparatos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención entonces comprenden medios para detectar dicha señal magnética o se provoca que detecten dicha señal magnética. Como alternativa, dicha detección de dicha señal magnética puede no ser parte de dicho método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, y dichos aparatos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención pueden entonces no comprender medios para detección o puede que no se provoque que detecten dicha señal magnética. Pueden entonces recibir, por ejemplo, información sobre o desde dicha señal magnética detectada desde otro aparato. Este otro aparato puede ser, por ejemplo, una parte de dicho dispositivo.

55 De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dicha señal magnética puede detectarse en dicho dispositivo analizando datos de medición, que se obtienen midiendo una característica magnética (tal como una magnitud y/o una dirección de una densidad de flujo magnético o de una intensidad de campo magnético) durante un periodo de tiempo. Dicha medición puede realizarse de manera continua, o en intervalos fijados, por nombrar unos pocos ejemplos no limitantes. Dicha medición puede realizarse por ejemplo con un magnetómetro, por ejemplo un magnetómetro de 3 ejes. Ejemplos no limitantes de un magnetómetro de este tipo son un magnetómetro de efecto Hall y un magnetómetro de saturación. La funcionalidad de dicho magnetómetro puede proporcionarse también por una brújula digital instalada en dicho dispositivo para este y/u otro fin.

65 Medir dicha característica magnética a través de dicho periodo de tiempo puede ser parte de dicho método de acuerdo con dicho primer aspecto de la presente invención. En consecuencia, dichos aparatos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención entonces pueden comprender medios para medir dicha característica

5 magnética o puede provocarse que midan dicha característica magnética. Como alternativa, dicha medición puede no ser parte de dicho método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, y dichos aparatos pueden entonces no comprender medios para medir y puede provocarse que no midan dicha característica magnética. Dichos aparatos pueden a continuación recibir por ejemplo dichos datos de medición desde otro aparato. Este otro aparato puede ser, por ejemplo, parte de dicho dispositivo.

10 De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada son datos de medición obtenidos midiendo una característica magnética durante un periodo de tiempo para detectar dicha señal magnética, y dicha información determinada basándose en dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada es una dirección de movimiento de dicho dispositivo que se determina basándose en una comparación de dichos datos de medición y datos de referencia relacionados con dicha fuente de señal magnética. Dicha información sobre dicha dirección de movimiento puede usarse por ejemplo en dicho proceso de posicionamiento para una técnica de posicionamiento de DR. Dichos datos de medición pueden comprender por ejemplo dicha señal magnética detectada, pero pueden comprender datos adicionales antes y/o después de la señal magnética detectada.

15 Dichos datos de referencia pueden comprender un conjunto de datos que representan una señal magnética recibida cuando se mueve con respecto a dicha fuente de señal magnética. Dicho conjunto de datos puede haberse recibido, por ejemplo, cuando se mueve en una cierta dirección con respecto a la fuente de señal magnética. Comparando los datos de medición y los datos de referencia (por ejemplo usando un algoritmo de coincidencia de patrón), puede considerarse por lo tanto que la dirección de movimiento del dispositivo era la misma en comparación con la dirección de movimiento que se eligió cuando se determinaron los datos de referencia. Para diferentes direcciones de movimiento, pueden estar comprendidos conjuntos de datos respectivamente diferentes en dichos datos de medición. Puede ser posible también que los conjuntos de datos para direcciones de movimiento opuestas sean representaciones replicadas unos de los otros, de modo que pueda únicamente ser necesario que tengan un conjunto de datos en los datos de referencia y considerar esta característica cuando se comparan los datos de medición con los datos de referencia.

20 Dicha determinación de dicha dirección de movimiento de dicho dispositivo puede ser parte de dicho método de dicho primer aspecto de la presente invención. En consecuencia, los aparatos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención pueden a continuación comprender medios para determinar dicha dirección de movimiento o puede provocarse que determinen dicha dirección de movimiento. Como alternativa, dicha determinación puede no ser parte de dicho método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, y dichos aparatos pueden entonces no comprender medios para determinar y puede provocarse que no determinen dicha dirección de movimiento. La información sobre dicha dirección de movimiento puede a continuación recibirse por dichos aparatos desde otro aparato. Este otro aparato puede ser o no parte de dicho dispositivo.

30 De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada son datos de medición obtenidos midiendo una característica magnética durante un periodo de tiempo para detectar dicha señal magnética, y dicha información determinada basándose en dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada es una longitud de paso de un usuario de dicho dispositivo que se determina basándose en dichos datos de medición y en datos de referencia relacionados con dicha fuente de señal magnética. Dichos datos de medición pueden comprender por ejemplo dicha señal magnética detectada, pero pueden comprender datos adicionales antes y/o después de la señal magnética detectada. Dicha longitud de paso puede determinarse por ejemplo basándose en dichos datos de medición, dichos datos de referencia y en el conocimiento de una distancia (por ejemplo una longitud en metros) cubierta por dichos datos de referencia, por ejemplo usando un algoritmo de compresión de tiempo dinámico.

35 Dichos datos de referencia pueden comprender un conjunto de datos que representan una señal magnética recibida cuando se mueve con respecto a dicha fuente de señal magnética. Dicho conjunto de datos puede ser igual, por ejemplo, a dicho conjunto de datos (o igual a uno de dichos conjuntos de datos) basándose en el cual se determina dicha dirección de movimiento de dicho dispositivo.

40 De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dicho método comprende adicionalmente determinar dicha longitud de paso de dicho usuario de dicho dispositivo. En consecuencia, dichos aparatos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención comprenden medios para determinar dicha longitud de paso y se provoca que determinen dicha longitud de paso. Como alternativa, dicha determinación puede no ser parte de dicho método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, y dichos aparatos pueden entonces no comprender medios para determinar dicha longitud de paso y puede provocarse que no determinen dicha longitud de paso. La información en dicha longitud de paso puede recibirse a continuación, por ejemplo, desde otros aparatos, que pueden ser o no una parte de dicho dispositivo.

45 De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada son datos de medición obtenidos midiendo una característica magnética durante un periodo de tiempo para detectar dicha señal magnética, y dicha información determinada basándose en dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada es una identificación de dicha fuente de señal magnética

que produjo dicha señal magnética detectada, determinándose dicha identificación basándose en una comparación de dichos datos de medición y datos de referencia relacionados con dicha fuente de señal magnética. Dichos datos de referencia pueden ser por ejemplo, representativos de anomalías magnéticas características en las cercanías de la fuente de señal magnética y por lo tanto ser adecuados para identificación de la fuente de señal magnética, en particular si las señales magnéticas producidas por una o más fuentes de señal magnética instaladas en dicho entorno son las mismas o similares y por lo tanto han de diferenciarse por otros medios que las señales magnéticas producidas por los mismos. Dicha comparación de dichos datos de medición y dichos datos de referencia puede usarse también por ejemplo para verificar una identificación de una fuente de señal magnética (identificación que, por ejemplo, puede haberse determinado sin hacer referencia a los datos de referencia).

Dichos datos de referencia pueden comprender, por ejemplo, un conjunto de datos que representan una señal magnética recibida cuando se mueve con respecto a dicha fuente de señal magnética. Dicho conjunto de datos puede ser igual, por ejemplo, a dicho conjunto de datos (o igual a uno de dichos conjuntos de datos) basándose en los cuales se determina dicha dirección de movimiento y/o dicha longitud de paso.

De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dicho método comprende adicionalmente determinar dicha identificación. En consecuencia, dichos aparatos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención comprenden medios para determinar dicha identificación y se provoca que determinen dicha identificación. Como alternativa, dicha determinación puede no ser parte de dicho método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, y dichos aparatos pueden entonces no comprender medios para determinar dicha identificación y puede provocarse que no determinen dicha identificación. La información sobre dicha identificación puede recibirse a continuación, por ejemplo, desde otros aparatos, que pueden ser o no una parte de dicho dispositivo.

De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dicha señal magnética comprende una dirección de una densidad de flujo magnético o de una intensidad de campo magnético producida por dicha fuente de señal magnética, dicha señal magnética detectada comprende una dirección detectada de dicha densidad de flujo magnético o de dicha intensidad de campo magnético, y dicha información de proceso de posicionamiento es una dirección de movimiento de dicho dispositivo en dicho entorno determinado basándose en una dirección de movimiento estimada de dicho dispositivo en un sistema de coordenadas de sensor con relación a dicha dirección detectada en dicho sistema de coordenadas de sensor y en el conocimiento sobre una dirección de dicha densidad de flujo magnético o dicha intensidad de campo magnético en dicho entorno.

Dicha dirección de dicha densidad de flujo magnético o dicha intensidad de campo magnético en dicho entorno puede ser, por ejemplo, en un sistema de coordenadas que se usa también en dicho proceso de posicionamiento. Dicho sistema de coordenadas de sensor puede ser, por ejemplo, un sistema de coordenadas que se usa por un sensor (por ejemplo un magnetómetro) que detecta dicha señal magnética (en esta realización la dirección detectada). Dicha dirección de movimiento estimada puede estimarse, por ejemplo, en dicho sistema de coordenadas de sensor basándose en datos de aceleración medidos (por ejemplo basándose en el vector de componente principal de la aceleración horizontal y en el conocimiento del patrón para aceleración hacia adelante y vertical), y puede determinarse un ángulo entre dicha dirección de movimiento estimada y la dirección detectada en dicho sistema de coordenadas de sensor. El ángulo determinado puede a continuación aplicarse a la dirección conocida (que puede ser, por ejemplo, una dirección en coordenadas geodésicas o con respecto a un mapa) de la densidad de flujo magnético o intensidad de campo magnético producidas por la fuente de señal magnética en el entorno para obtener la dirección de movimiento del dispositivo en el entorno.

Dicha determinación de dicha dirección de movimiento de dicho dispositivo puede ser parte de dicho método de dicho primer aspecto de la presente invención. En consecuencia, los aparatos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención pueden a continuación comprender medios para determinar dicha dirección de movimiento o puede provocarse que determinen dicha dirección de movimiento. Como alternativa, dicha determinación puede no ser parte de dicho método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, y dichos aparatos pueden entonces no comprender medios para determinar y puede provocarse que no determinen dicha dirección de movimiento. La información sobre dicha dirección de movimiento puede a continuación recibirse por dichos aparatos desde otro aparato. Este otro aparato puede ser o no parte de dicho dispositivo.

De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dicha información de proceso de posicionamiento se usa en dicho proceso de posicionamiento para asociar dicha señal magnética detectada con una posición de dicha fuente de señal magnética que produjo dicha señal magnética detectada, de modo que una posición de dicho dispositivo puede determinarse al menos parcialmente basándose en dicha posición de dicha fuente de señal magnética.

Por ejemplo, si únicamente está (se sabe que está) instalada una fuente de señal magnética en el entorno, la señal magnética puede estar necesariamente asociada con esta única fuente de señal magnética y/o con la posición de dicha fuente de señal magnética. Si están (se sabe que están) instaladas varias fuentes de señal magnética en el entorno, y si las señales magnéticas producidas por estas fuentes de señal magnética son todas iguales (por ejemplo todas sinusoidales con la misma frecuencia), una señal magnética detectada puede estar asociada con su

fente de señal magnética de producción y/o la posición de esta fente de señal magnética basándose en información adicional, tal como información aproximada sobre una posición actual del dispositivo, o una última posición conocida del dispositivo, por ejemplo combinada con información de mapa. Dicha posición de dicho dispositivo puede a continuación determinarse, por ejemplo, suponiendo que - puesto que el dispositivo está detectando la señal magnética - la posición del dispositivo y la posición de la fente de señal magnética son sustancialmente la misma.

También puede ser el caso de que al menos dos fuentes de señal magnética puedan instalarse en dicho entorno, es decir al menos dos fuentes de señal magnética pueden configurarse para producir diferentes señales magnéticas, respectivamente, y que dicho proceso de posicionamiento pueda diferenciar entre dichas diferentes señales magnéticas cuando se asocia dicha señal magnética detectada con dicha posición de dicha fente de señal magnética que produjo dicha señal magnética detectada. Dichas señales magnéticas pueden diferenciarse entonces en sus frecuencias, y/o pueden modularse de manera diferente (por ejemplo usando Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK) o cualquier otro tipo de modulación). Cada fente de señal magnética puede a continuación por ejemplo producir una única señal magnética, de modo que las señales magnéticas pueden asociarse de manera no ambigua con sus fuentes de señal magnética y sus respectivas posiciones. Dicho proceso de posicionamiento puede a continuación usar, por ejemplo, información (tal como una tabla) sobre una asociación de las diferentes señales magnéticas y las posiciones de sus respectivas fuentes de señal magnética.

De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dicha información de proceso de posicionamiento es una posición de dicha fente de señal magnética y se usa en dicho proceso de posicionamiento para determinar una posición de dicho dispositivo. Dicha posición puede por ejemplo incluirse en dicha señal magnética, por ejemplo en forma codificada. Dicha posición puede por ejemplo estar contenida en dicha señal magnética como coordenadas de la fente de señal magnética, por ejemplo como coordenadas geodésicas. Dicha posición de dicho dispositivo puede a continuación determinarse, por ejemplo, en dicho proceso de posicionamiento suponiendo que la posición actual del dispositivo equivale a la posición de la fente de señal magnética, puesto que la señal magnética se detectó en el dispositivo. Dicha señal magnética puede incluir también información adicional, por ejemplo sobre una dirección de movimiento del dispositivo con respecto a la fente de señal magnética, dirección de movimiento que puede determinarse, por ejemplo, en el proceso que controla la activación de la producción de la señal magnética, y esta información puede a continuación usarse también en el proceso de posicionamiento junto con la posición de la fente de señal magnética.

Dicha posición determinada de dicho dispositivo como se describe en las dos realizaciones anteriores puede servir, por ejemplo, como una posición de inicio o actualización de posición para un proceso de navegación por estima. En una realización del primer aspecto de la presente invención, puede ser por lo tanto ventajoso instalar una fente de señal magnética en una posición en dicho entorno en el que se inicia un posicionamiento basado en DR, por ejemplo en una entrada de un pasillo.

De acuerdo con una realización del primer aspecto de la presente invención, dicho proceso de posicionamiento comprende al menos dos diferentes modos de posicionamiento, y dicha información de proceso de posicionamiento se usa en dicho proceso de posicionamiento para activar una conmutación entre dichos al menos dos diferentes modos de posicionamiento.

Uno de dichos al menos dos diferentes modos de posicionamiento pueden estar basado por ejemplo en navegación por estima. Como un ejemplo, uno segundo de los al menos dos diferentes modos de posicionamiento puede ser un posicionamiento basado en ángulo o un modo de posicionamiento basado en GNSS.

En una realización del primer aspecto de la presente invención, puede ser ventajoso entonces instalar una fente de señal magnética en un límite entre dos áreas en las que al menos dos diferentes modos de posicionamiento deberían usarse respectivamente. Cuando dicho dispositivo cruza dicho límite desde una primera área a una segunda área, y se detecta la señal magnética, puede a continuación conmutarse desde el modo de posicionamiento que puede preferirse en la primera área al modo de posicionamiento que puede preferirse en la segunda rea. Si, en respuesta a detección de la señal magnética, se conmuta a navegación por estima, puede usarse la posición de la fente de señal magnética (y, si está contenida en o derivada basándose en la señal magnética detectada, información adicional tal como la dirección de movimiento del dispositivo y/o la longitud de paso del usuario) en este proceso de navegación por estima.

En un segundo aspecto de la presente invención, se desvela un método, que comprende producir, en una fente de señal magnética que puede instalarse en un entorno, una señal magnética que puede detectarse por un dispositivo, en el que puede usarse información de proceso de posicionamiento que es al menos una de información sobre una señal magnética detectada, información determinada basándose en dicha señal magnética detectada e información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada en un proceso de posicionamiento que es para posicionar dicho dispositivo en dicho entorno.

En este segundo aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un programa informático, que comprende código de programa para realizar el método de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención

cuando dicho programa informático se ejecuta en un procesador. El programa informático puede tener las mismas propiedades que ya se han descrito con respecto al programa informático de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención. Dicho procesador puede estar comprendido, por ejemplo, en dicha fuente de señal magnética.

5 En este segundo aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un medio legible por ordenador, que tiene un programa informático de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención almacenado en el mismo. El medio legible por ordenador puede tener las mismas propiedades que ya se han descrito con respecto al medio legible por ordenador de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención. Dicho procesador puede estar comprendido, por ejemplo, en dicha fuente de señal magnética.

10 En este segundo aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un aparato, configurado para realizar el método de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención. Dicho aparato puede ser, por ejemplo, la fuente de señal magnética, o una parte de la misma.

15 En este segundo aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un aparato, que comprende medios para producir, en una fuente de señal magnética que puede instalarse en un entorno, una señal magnética que es detectable en un dispositivo, en el que puede usarse información de proceso de posicionamiento que es al menos una de información sobre una señal magnética detectada, información determinada basándose en dicha señal magnética detectada e información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada en un proceso de posicionamiento que es para posicionar dicho dispositivo en dicho entorno.
20 Dicho aparato puede ser, por ejemplo, dicha fuente de señal magnética, o una parte de la misma.

25 En este segundo aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un aparato, que comprende al menos un procesador; y al menos una memoria que incluye código de programa informático, dicha al menos una memoria y dicho código de programa informático configurados para, con dicho al menos un procesador, provocar que dicho aparato al menos produzca, en una fuente de señal magnética que puede instalarse en un entorno, una señal magnética que puede detectarse por un dispositivo, en el que puede usarse información de proceso de posicionamiento que es al menos una de información sobre una señal magnética detectada, información determinada basándose en dicha señal magnética detectada e información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada en un proceso de posicionamiento que es para posicionar dicho dispositivo en dicho entorno. Dicho código de programa informático puede representar, por ejemplo, al menos parcialmente software y/o firmware para dicho procesador. Ejemplos no limitantes de dicha memoria son una RAM o ROM que es accesible por dicho procesador. Dicho aparato puede ser, por ejemplo, dicha fuente de señal magnética, o una parte de la misma.

35 De acuerdo con una realización del segundo aspecto de la presente invención, la producción de dicha señal magnética se activa por dicho dispositivo o un usuario de dicho dispositivo que se acerca o pasa por dicha fuente de señal magnética. Dicha señal magnética puede producirse únicamente, por ejemplo, si una barrera de luz conectada a la fuente de señal magnética se bloquea por un usuario que se acerca o pasa, o si una puerta automática (equipada con un conmutador conectado a la fuente de señal magnética) en o cerca de la fuente de señal magnética se abre o se cierra debido a un usuario que se acerca/pasa, o si un sensor de presión (conectado a la fuente de señal magnética) en un suelo se activa por un usuario que se acerca/pasa, por nombrar unos pocos ejemplos no limitantes.

45 Para el segundo aspecto de la presente invención, se aplica igualmente la descripción anterior del primer aspecto de la presente invención y de sus realizaciones. En particular, todas las características y ventajas del primer aspecto de la presente invención (incluyendo sus realizaciones) deberán entenderse que están desveladas en relación con el segundo aspecto de la presente invención también.

50 En un tercer aspecto de la presente invención, se desvela un sistema, que comprende al menos una fuente de señal magnética instalada en un entorno y que comprende medios para producir una señal magnética; y al menos un aparato que comprende medios para usar, en un proceso de posicionamiento, información de proceso de posicionamiento que es al menos una de información sobre una señal magnética detectada, detectada en un dispositivo, información determinada basándose en dicha señal magnética detectada e información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada, en el que dicho proceso de posicionamiento es para posicionar dicho dispositivo en dicho entorno.

60 En este tercer aspecto de la presente invención, se desvela adicionalmente un sistema, que comprende al menos una fuente de señal magnética instalada en un entorno y configurada para producir una señal magnética; y al menos un aparato que comprende al menos un procesador y al menos una memoria que incluye código de programa informático, dicha al menos una memoria y dicho código de programa informático configurados para, con dicho al menos un procesador, provocar que dicho aparato al menos use, en un proceso de posicionamiento, información de proceso de posicionamiento que es al menos una de información sobre una señal magnética detectada, detectada en un dispositivo, información determinada basándose en dicha señal magnética detectada e información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada, en el que dicho proceso de posicionamiento es para posicionar dicho dispositivo en dicho entorno.
65

Para el tercer aspecto de la presente invención, se aplica igualmente la descripción anterior del primer aspecto de la presente invención y se sus realizaciones. En particular, todas las características y ventajas del primer aspecto de la presente invención (incluyendo sus realizaciones) deberán entenderse que se desvelan en relación con el tercer aspecto de la presente invención también.

5 Se ha de observar que la descripción anterior de los aspectos de la presente invención y de sus realizaciones se ha de entender que son meramente a modo de ejemplo y no limitantes.

10 Adicionalmente, las realizaciones anteriormente descritas y en particular sus características únicas deberá entenderse que se desvelan en todas las posibles combinaciones entre sí. Estos conceptos y adicionales de la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a la descripción detallada presentada en lo sucesivo.

Breve descripción de las figuras

15 En las figuras mostradas:

Figura 1: una ilustración esquemática de una realización de un sistema de acuerdo con la presente invención;

20 Figura 2a: un diagrama de bloques esquemático de una realización de un aparato en un dispositivo a posicionarse de acuerdo con la presente invención;

Figura 2b: un diagrama de bloques esquemático de una realización adicional de un aparato en un dispositivo a posicionarse de acuerdo con la presente invención;

25 Figura 3: una ilustración esquemática de una realización de un medio de almacenamiento tangible de acuerdo con la presente invención;

30 Figura 4a: un diagrama de flujo de una realización de un método de acuerdo con la presente invención a realizarse por el aparato de la Figura 2a;

Figura 4b: un diagrama de flujo de una realización de un método de acuerdo con la presente invención a realizarse por el aparato de la Figura 2b;

35 Figura 5: un diagrama de bloques esquemático de una realización de un aparato en una fuente de señal magnética de acuerdo con la presente invención;

Figura 6a: un diagrama de flujo de una realización de un método de acuerdo con la presente invención a realizarse por el aparato de la Figura 5;

40 Figura 6b: un diagrama de flujo de una realización adicional de un método de acuerdo con la presente invención a realizarse por el aparato de la Figura 5;

45 Figura 7: una ilustración esquemática de un ejemplo de un entorno en el que se han instalado fuentes de señal magnética de acuerdo con la presente invención para soportar un posicionamiento de un dispositivo;

Figura 8: una ilustración esquemática de un conjunto de bobinas de Helmholtz que sirve como un ejemplo de una fuente de señal magnética de acuerdo con la presente invención;

50 Figura 9: una ilustración esquemática de un ejemplo de datos de medición que contiene una señal magnética de acuerdo con la presente invención;

Figura 10: una ilustración esquemática de ejemplos de datos de medición y datos de referencia que pertenecen a una señal magnética producida por una fuente de señal magnética; y

55 Figura 11: una ilustración esquemática de una configuración en la que se determina una dirección de movimiento de un usuario/dispositivo basándose en una dirección detectada de una densidad de flujo magnético o intensidad de campo magnético producida por una fuente de señal magnética.

60 Descripción detallada de las realizaciones de la invención

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una realización de un sistema 1 de acuerdo con la presente invención. El sistema 1 comprende al menos una fuente de señal magnética 2 instalada en un entorno, y un dispositivo 3, que ha de posicionarse en dicho entorno por un proceso de posicionamiento. Un ejemplo de un entorno de este tipo se presentará con referencia a la Figura 7 a continuación. La fuente de señal magnética 2 produce una señal magnética que es detectable en dicho dispositivo 3, de modo que puede usarse información de proceso de posicionamiento en

dicho proceso de posicionamiento. En la misma, la fuente de señal magnética 2 puede activarse opcionalmente para producir la señal magnética, por ejemplo por dicho dispositivo 3, o por el usuario de dicho dispositivo 3. Como alternativa, dicha fuente de señal magnética 2 puede producir, sin embargo, dicha señal magnética sin estar activada, por ejemplo de una manera continua (una vez instalada o conectada). Las características generales de la fuente de señal magnética 2, dispositivo 3 y la señal magnética ya se han descrito anteriormente en la sección de sumario. En general, la descripción de las realizaciones en la sección de sumario también se aplica a la presente sección de descripción detallada.

La Figura 2a es un diagrama de bloques esquemático de una realización de un aparato 4 que implementa el dispositivo 3 de la Figura 1 o forma un componente del mismo (por ejemplo un módulo del mismo). El aparato 4 comprende un procesador de posicionamiento 40 con memoria de programa 41 y memoria principal 42. El procesador de posicionamiento 40 está configurado para usar información de proceso de posicionamiento en un proceso de posicionamiento. Para este fin, el procesador de posicionamiento 40 puede ejecutar por ejemplo un programa informático que se almacena en memoria de programa 41. La memoria principal 42 se usa por el procesador de posicionamiento 40 como una memoria de funcionamiento. El procesador de posicionamiento 40 está configurado adicionalmente para operar un proceso de posicionamiento que tiene como objetivo el posicionamiento del dispositivo 3 (véase la Figura 1) en un entorno. Para este fin, el procesador de posicionamiento 40 interconecta con uno o más sensores de posicionamientos 45. Ejemplos de tales sensores de posicionamiento 45 son un sensor de GNSS, y/o una unidad para posicionamiento basado en ángulo (por ejemplo una unidad de DoA/DoD) y/o una unidad DR. Ejemplos no limitantes adicionales para el sensor de posicionamiento 45 son sensores sónicos/de sonar, sensores de infrarrojos o de radar, o una unidad de posicionamiento basada en cámara o WLAN. Basándose en información desde los sensores de posicionamiento 45, el procesador de posicionamiento 40 realiza el proceso de posicionamiento para determinar la posición del dispositivo 3. El aparato 4 puede comprender adicionalmente una interfaz de usuario 43, por ejemplo para recibir comandos de un usuario y/o para presentar un resultado del proceso de posicionamiento al usuario.

El aparato 4 comprende adicionalmente una unidad de detección y análisis de señal magnética 44, que interconecta con el procesador de posicionamiento 40. La unidad 44 comprende un magnetómetro 440 configurado para medir una característica magnética, tal como, por ejemplo, una magnitud y/o una dirección de una densidad de flujo magnético, durante un periodo de tiempo (por ejemplo permanentemente o en intervalos regulares o irregulares) para producir datos de medición. Este magnetómetro puede ser, por ejemplo, un magnetómetro de 3 ejes; sin embargo, también puede ser suficiente un magnetómetro de 2 ejes o incluso uno de 1 eje. En el mismo, puede ser ventajoso el despliegue de un magnetómetro de 3 ejes si ha de medirse una dirección de una densidad de flujo magnético o de una intensidad de campo magnético. Ejemplos de tales datos de medición se presentarán con referencia a la Figura 9 a continuación.

Estos datos de medición se analizan por el procesador 441 de la unidad 44, para detectar una señal magnética producida por una fuente de señal magnética. Esto puede conseguirse, por ejemplo, comparando (correlacionando) una réplica conocida de la señal magnética con los datos de medición. Esta detección, sin embargo, puede no ser necesario que tenga que estar basada en una réplica de la señal magnética. Puede ser suficiente también detectar una característica en los datos de medición, tal como, por ejemplo, una ondulación residual de modulación o similares que se provoca por la señal magnética en los datos de medición.

El procesador 441 puede adicionalmente producir información de proceso de posicionamiento, que se proporciona a continuación por la unidad 44 al procesador de posicionamiento 40, que usa esta información en el proceso de posicionamiento.

Hablando en general, esta información de proceso de posicionamiento comprende información sobre una señal magnética detectada, y/o información determinada basándose en dicha señal magnética detectada y/o información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada.

Tal información de proceso de posicionamiento puede comprender por ejemplo una representación de la misma señal magnética, o información incluida en la señal magnética (como por ejemplo un identificador de la fuente de señal magnética que produjo la señal magnética, o una posición de la fuente de señal magnética), información sobre un parámetro o característica de la señal magnética detectada (como por ejemplo su frecuencia, patrón de modulación, magnitud o dirección), o la información vacía que una señal magnética ha sido detectada en su totalidad, por nombrar unos pocos ejemplos no limitantes. Opcionalmente, la unidad 44 puede comprender adicionalmente una memoria de datos de referencia 442. En la misma, por ejemplo pueden almacenarse réplicas de señales magnéticas a detectarse como una base para la comparación realizada por el procesador 441.

Como alternativa o además a las réplicas de las una o más señales magnéticas a detectarse, la memoria de datos de referencia 442 puede almacenar características que pueden requerirse para detección de la señal magnética (por ejemplo únicamente una frecuencia de la ondulación residual que se provoca por la señal magnética en los datos de medición).

El procesador 441 puede estar configurado para recuperar/derivar información incluida en la señal magnética

detectada (esta sin embargo, puede conseguirse por el procesador de posicionamiento 40), que forma un ejemplo de información de proceso de posicionamiento.

5 Adicionalmente, el procesador 441 puede derivar, basándose en los datos de medición obtenidos desde el magnetómetro 440 y en datos de referencia almacenados en la memoria de datos de referencia 442 y relacionar uno o más conjuntos de datos de medición que se han medido cuando se mueve hacia la fuente de señal magnética, una dirección de movimiento del dispositivo 3 con respecto a la fuente de señal magnética. Ejemplos de tales datos de referencia se presentarán con referencia a la Figura 10 a continuación. Esta dirección de movimiento derivada puede proporcionarse también a continuación al procesador de posicionamiento 40 como información de proceso de posicionamiento a usarse en el proceso de posicionamiento.

15 Incluso además, el procesador 441 puede derivar, basándose en los datos de medición desde el magnetómetro 440 y en datos de referencia almacenados en la memoria de datos de referencia 442 y que pertenecen a datos de medición que se han medido cuando se mueve hacia la fuente de señal magnética (que pueden ser los mismos datos de referencia que los datos de referencia usados para derivar la dirección de movimiento), una longitud de paso del usuario del dispositivo 3. Esta longitud de paso derivada puede a continuación proporcionarse al procesador de posicionamiento 40 como información de proceso de posicionamiento a usarse en el proceso de posicionamiento.

20 El procesador 441 también puede identificar, basándose en los datos de medición obtenidos desde el magnetómetro 440 y en datos de referencia almacenados en la memoria de datos de referencia 442 y relacionar uno o más conjuntos de datos de medición que se han medido cuando se mueve hacia la fuente de señal magnética, la fuente de señal magnética 2 que produjo la señal magnética detectada. Ejemplos de tales datos de referencia se presentarán con referencia a la Figura 10 a continuación. Un identificador para la fuente de señal magnética puede proporcionarse a continuación al procesador de posicionamiento 40 como información de proceso de posicionamiento a usarse en el proceso de posicionamiento.

30 El procesador 441 también puede analizar los datos de medición desde el magnetómetro 440 para determinar una dirección de una densidad de flujo magnético o de una intensidad de campo magnético de la señal magnética producida por la fuente de señal magnética 2 y para estimar una dirección de movimiento del dispositivo 3, estando ambas direcciones relacionadas con un sistema de coordenadas usado por el magnetómetro 440, y usar información sobre la dirección del flujo magnético, densidad o del campo magnético producido por fuente de señal magnética 2 en un sistema de coordenadas usado por el proceso de posicionamiento (que está relacionado, por ejemplo, con un mapa del entorno en el que ha de posicionarse el dispositivo 3) para determinar una dirección de movimiento del dispositivo 3 en el sistema de coordenadas usado por el proceso de posicionamiento. Tal información puede almacenarse, por ejemplo, en la memoria de datos de referencia 442. Una dirección de movimiento de este tipo puede proporcionarse a continuación al procesador de posicionamiento 40 como información de proceso de posicionamiento. Un ejemplo más detallado de una técnica para determinar la dirección de movimiento del dispositivo 3 basándose en la dirección de movimiento estimada del dispositivo 3 en coordenadas de sensor y en la dirección de la densidad de flujo magnético o intensidad de campo producida por la fuente de señal magnética en el sistema de coordenadas usado por el magnetómetro 440 y en el sistema de coordenadas usado por el proceso de posicionamiento se proporcionará a continuación con referencia a la Figura 11.

45 Se entiende que el procesador 441 puede comprender una memoria de programa interna o externa que almacena código de programa a ejecutarse por el procesador 441 para activar el procesador 441 para realizar sus diversas tareas anteriormente descritas, y/o que el procesador 441 puede comprender una memoria interna o externa para almacenar datos, en particular datos de medición obtenidos desde el magnetómetro 440.

50 La circuitería formada por los componentes del aparato 4 puede implementarse en hardware en solitario, parcialmente en hardware y en software, o en software únicamente, como se describirá adicionalmente al final de esta descripción.

La Figura 2b es un diagrama de bloques esquemático de una realización adicional de un aparato 5 que implementa el dispositivo 3 de la Figura 1 o forma un componente del mismo (por ejemplo un módulo del mismo).

55 El aparato 5 comprende un procesador de múltiples fines 50, que combina alguna o toda la funcionalidad de procesador de posicionamiento 40 y el procesador 441 del aparato 4 de la Figura 2a. Hablando en general, el procesador de múltiples fines 50 está configurado por lo tanto para usar información de proceso de posicionamiento en un proceso de posicionamiento, y está configurado adicionalmente para detectar la señal magnética en datos de medición que se proporcionan por el magnetómetro 54 del aparato 5. El procesador de múltiples fines 50 puede determinar/derivar adicionalmente información de proceso de posicionamiento basándose en los datos de medición proporcionados por el magnetómetro 54, y también basándose en datos adicionales, tales como, por ejemplo, datos de referencia que pueden almacenarse en la memoria principal 52, que puede usarse adicionalmente como memoria de funcionamiento por el procesador de múltiples fines 50, por ejemplo para almacenar datos de medición obtenidos desde el magnetómetro 54. Igualmente bien, puede haber una memoria de datos de referencia especializada como en el aparato 4 de la Figura 2a. El procesador de múltiples fines 50 interconecta adicionalmente con una memoria de

programa que almacena código de programa que se ejecuta por el procesador de múltiples fines 50, y con uno o más sensores de posicionamientos 55 que proporcionan información adicional para el proceso de posicionamiento. El aparato 5 puede comprender adicionalmente una interfaz de usuario 53 opcional para recibir entradas de usuario y/o para emitir información a un usuario.

5 La circuitería formada por los componentes del aparato 5 puede implementarse en hardware en solitario, parcialmente en hardware y en software, o en software únicamente, como se describirá adicionalmente al final de esta descripción.

10 Se ha de observar que los magnetómetros en los aparatos 4 y 5 pueden usarse también por ejemplo para otros fines distintos de detectar la señal magnética producida por la fuente de señal magnética. Por ejemplo, estos magnetómetros pueden usarse como brújulas digitales.

15 Si los aparatos 4 y 5 se consideran como mejoras de aparatos o dispositivos que ya comprenden magnetómetros (por ejemplo en forma de brújulas digitales que proporcionan orientación determinando la dirección relativa de los polos magnéticos de la Tierra), aprovechando este magnetómetro en el proceso de detectar la señal magnética producida por la fuente de señal magnética puede considerarse que proporciona el valor añadido para estos magnetómetros.

20 La Figura 3 es una ilustración esquemática de una realización de un medio de almacenamiento tangible 60 de acuerdo con la presente invención. Este medio de almacenamiento tangible puede formar, por ejemplo, la memoria de programa 41 del aparato 4 de la Figura 2a o la memoria de programa 51 del aparato 5 de la Figura 2b. Puede realizarse, por ejemplo, como memoria RAM o ROM, pero igualmente también como una memoria extraíble. El medio de almacenamiento tangible 60 comprende un programa informático 61, que a su vez comprende código de programa 62. Este código de programa puede implementar, por ejemplo, los métodos del diagrama de flujo 400 de la Figura 4a o del diagrama de flujo 500 de la Figura 4b que pueden ejecutarse cuando programa informático 61 se ejecuta en el procesador de posicionamiento 41 del aparato 4 de la Figura 2a o en el procesador de múltiples fines 50 del aparato 5 de la Figura 2b. La Figura 4a es un diagrama de flujo 400 de una realización de un método de acuerdo con la presente invención. Este diagrama de flujo 400 puede estar comprendido, por ejemplo, como programa informático 61 en el medio de almacenamiento tangible 60, que a su vez representa la memoria de programa 41 del aparato 4 de la Figura 2a, de modo que el diagrama de flujo 400 se ejecutaría a continuación por el procesador de posicionamiento 40.

35 En una etapa 401 del diagrama de flujo 400, se recibe información de proceso de posicionamiento. Esta información de proceso de posicionamiento comprende información sobre una señal magnética detectada, y/o información determinada basándose en una señal magnética detectada, y/o información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar una señal magnética detectada. Con respecto al aparato 4 de la Figura 2a, esta información se recibiría por lo tanto por el procesador de posicionamiento 40 desde la unidad 44.

40 En una etapa 402, se usa la información de proceso de posicionamiento recibida en un proceso de posicionamiento. Con respecto al aparato 4 de la Figura 2a, este proceso de posicionamiento se realizaría por el procesador de posicionamiento 40.

45 La Figura 4b es un diagrama de flujo 500 de una realización de un método de acuerdo con la presente invención. Este diagrama de flujo 500 puede estar comprendido, por ejemplo, como el programa informático 61 en el medio de almacenamiento tangible 60, que puede a su vez representar la memoria de programa 51 del aparato 5 de la Figura 2b, de modo que el diagrama de flujo 500 se ejecutaría a continuación por el procesador de múltiples fines 50.

50 En una etapa 501 del diagrama de flujo 500, se reciben datos de medición. Con referencia al aparato 5 de la Figura 2b, estos datos de medición se proporcionarían por el magnetómetro 54 al procesador de múltiples fines 50.

En una etapa 502, la señal magnética se detecta basándose en un análisis de los datos de medición recibidos. En el contexto del aparato 5 de la Figura 2b, esto se realizaría por el procesador de múltiples fines 50.

55 En una etapa 503, se produce información de proceso de posicionamiento. En el contexto del aparato 5 de la Figura 2b, esto se realizaría también por el procesador de múltiples fines 50.

La producción de la información de proceso de posicionamiento puede comprender, por ejemplo, uno o más de:

- 60 - Producir información sobre la señal magnética detectada, por ejemplo generar una indicación de que se ha detectado una señal magnética,
 - Producir información determinada basándose en la señal magnética detectada, por ejemplo extraer información desde la señal magnética detectada (por ejemplo información que se ha codificado en la señal magnética), o determinar parámetros o características de la señal magnética detectada (tal como, por ejemplo, su frecuencia o su esquema de modulación), o combinar tal información extraída o parámetros o características determinados con información adicional, y
- 65

- Producir información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar la señal magnética detectada, por ejemplo comparando datos de medición desde un magnetómetro con datos de referencia relacionados con una fuente de señal magnética para determinar una dirección de movimiento y/o longitud de paso de un usuario y/o para identificar la fuente de señal magnética que produjo la señal magnética detectada.

5 En una etapa 504, la información de proceso de posicionamiento producida se usa en un proceso de posicionamiento. En el contexto del aparato 5 de la Figura 2b, esto se realizaría también por el procesador de múltiples fines 50.

10 La Figura 5 es un diagrama de bloques esquemático de una realización de un aparato 7 de acuerdo con la presente invención. El aparato 7 puede implementar una fuente de señal magnética, o puede ser un componente de la misma. El aparato 7 comprende un procesador 70 para controlar la operación global del aparato 7, y en particular para controlar la producción de una señal magnética. Para este fin, el procesador 70 ejecuta el código de programa almacenado en la memoria de programa 71. Esta memoria de programa 71 puede realizarse, por ejemplo, como el medio de almacenamiento tangible 60 de la Figura 3. El procesador 70 también interactúa con la memoria principal 15 72, que puede actuar por ejemplo como una memoria de funcionamiento para el procesador 70. El aparato 7 comprende adicionalmente una o más bobinas 73 para producir una señal magnética. Un ejemplo no limitante de tales bobinas son un par de bobinas de Helmholtz, que se analizarán con referencia a la Figura 8 a continuación. El aparato 7 puede comprender adicionalmente una o más unidades de conmutación 74 opcionales que activan, mediante el procesador 70, la producción de las señales magnéticas. Dichas unidades de conmutación 74 pueden comprender, por ejemplo, conmutadores de contacto, barreras de luz o sensores de proximidad, por nombrar unos pocos ejemplos no limitantes.

20 La circuitería formada por los componentes del aparato 7 puede implementarse en hardware en solitario, parcialmente en hardware y en software, o en software únicamente, como se describirá adicionalmente al final de esta descripción.

25 La Figura 6a es un diagrama de flujo 600 de una realización de un método de acuerdo con la presente invención. Este diagrama de flujo 600 puede implementarse, por ejemplo, como el programa informático 61 del medio de almacenamiento tangible 60 de la Figura 3, que a su vez puede representar la memoria de programa 71 del aparato 7 de la Figura 5 y por lo tanto puede ejecutarse por el procesador 7.

30 En una etapa 601 del diagrama de flujo 600, se provoca la producción de una señal magnética. En el contexto del aparato 7 de la Figura 5, esta etapa se realiza por el procesador 70. Para este fin, por ejemplo una corriente sinusoidal puede introducirse en las bobinas 73 del aparato 7 de la Figura 5 para provocar la producción de una densidad sinusoidal de flujo magnético.

35 La Figura 6b es un diagrama de flujo 700 de una realización adicional de un método de acuerdo con la presente invención. Este diagrama de flujo 700 puede implementarse, por ejemplo, como el programa informático 61 del medio de almacenamiento tangible 60 de la Figura 3, que a su vez puede representar la memoria de programa 71 del aparato 7 de la Figura 5 y por lo tanto puede ejecutarse por el procesador 7.

40 En contraste al diagrama de flujo 600 de la Figura 6a, en el diagrama de flujo 700 de la Figura 6b, se usan eventos de conmutación desde unidades de conmutación (tal como, por ejemplo, las unidades de conmutación 74 del aparato 7 de la Figura 5) para activar la producción de la señal magnética.

45 En una etapa 701 del diagrama de flujo 700, se comprueba si se recibe un evento de encendido (en el contexto de la Figura 5, tales eventos de conmutación se recibirían desde la unidad de conmutación 74 y se reciben por el procesador 70).

50 Si este es el caso, se provoca la producción de una señal magnética en la etapa 702 (en el contexto de la Figura 5, el procesador 70 a continuación provoca que las bobinas 73 produzcan la señal magnética).

55 De otra manera, el diagrama de flujo vuelve a la etapa 701 y continúa comprobando eventos de encendido recibidos.

Después de la etapa 702, se entra en la etapa 703, y se comprueban eventos de apagado (en el contexto de la Figura 5, tales eventos de conmutación se recibirían también desde la unidad de conmutación 74 y se reciben por el procesador 70).

60 Si este es el caso, la producción de la señal magnética se termina en la etapa 704. De otra manera, el diagrama de flujo vuelve a la etapa 703 y continúa para comprobar los eventos de desconexión recibidos.

65 Un ejemplo ilustrativo de un evento de encendido es que un usuario entre en una barrera de luz que está instalada en la fuente magnética. Un ejemplo ilustrativo de un evento de conmutación es que el usuario abandone la barrera de luz. La señal magnética se produciría entonces únicamente durante el tiempo cuando se obstruye la barrera de luz.

A continuación, se describirá la aplicación de la presente invención en el contexto de un sistema de posicionamiento de interiores como un ejemplo no limitante. Sin embargo, debería observarse que la presente invención es igualmente bien aplicable en escenarios de posicionamiento en exteriores o en exteriores/interiores mixtos.

5 Como un ejemplo, se establece fuera de un sistema de posicionamiento de interiores híbrido que despliega un proceso de posicionamiento que está basado en posicionamiento absoluto así como posicionamiento relativo. Como ejemplos para posicionamiento absoluto, se usa posicionamiento basado en ángulo (tal como posicionamiento de DoA/DoD basado en uno o más conjuntos de antenas) así como posicionamiento basado en una o más fuentes de
10 señal magnética instaladas, y como un ejemplo de posicionamiento relativo, se usa un proceso DR. Este proceso de DR puede estar basado, por ejemplo, en entrada desde uno o más de un acelerómetro, un magnetómetro, un sensor de giro y un barómetro. Opcionalmente, el proceso de posicionamiento puede desplegar también mapas para filtración de estimaciones de posición y/o para comprobación de sensibilidad. Como un ejemplo, en filtración basada en mapa, se usa la creación de información de planta (como por ejemplo información sobre la localización de paredes, puertas, pasillos) para restringir el movimiento de usuario. Por ejemplo, después de obtener una posición
15 definida de la posición (por ejemplo usando una puerta magnética), puede propagarse la localización del usuario usando sensores inerciales (por ejemplo por DR). La ruta (que se estima, por ejemplo por DR) puede corregirse adicionalmente conociendo las posibles rutas caminando limitadas por restricciones geométricas del edificio. Adicionalmente, el posicionamiento basado en baliza (es decir posicionamiento que está basado en combinación de
20 información sobre posiciones y/o áreas de cobertura de balizas que pueden escucharse actualmente) puede aprovecharse para filtración de localización y base de datos. Un ejemplo de este posicionamiento basado en baliza es posicionamiento de WiFi, donde se usan balizas de WiFi, pero igualmente bien, también podrían usarse balizas de sistemas de comunicación celular o una combinación de WiFi y balizas celulares. Tal posicionamiento basado en balizas puede aprovecharse por ejemplo para filtración de localización y base de datos usando conocimiento sobre
25 localizaciones de baliza y/o sus áreas de cobertura para limitar la localización del usuario. Por ejemplo, si es conocido que ciertas balizas pueden detectarse únicamente en ciertas partes de un edificio, podrían usarse idénticas señales o esquemas de señal por múltiples puertas magnéticas que residen en el mismo edificio, pero en partes diferentes (por ejemplo diferentes alas) del edificio. Por lo que las balizas (y sus áreas de cobertura) definirían una parte específica de un edificio, y la detección de una señal de una puerta magnética en esta parte del edificio
30 proporcionaría adicionalmente posición definida de localización precisa dentro de esa parte del edificio.

Por consiguiente, la Figura 7 es una ilustración esquemática de un ejemplo de un entorno de interiores 8 en el que puede desplegarse un sistema de posicionamiento híbrido de este tipo. El entorno de interiores comprende una gran sala de conferencias 80, en la que el posicionamiento basado en ángulo funciona bastante bien, y un par de pasillos
35 adyacentes 81, donde el posicionamiento basado en ángulo no funciona bien, puesto que las señales de los conjuntos de antenas montados en el techo están obstruidas. En estos pasillos 81, se prefiere por lo tanto posicionamiento de DR. Un ejemplo de posicionamiento basado en ángulo que puede aplicarse en este punto es el posicionamiento de dirección de salida (DoD), donde el dispositivo 3 actúa como una unidad de recepción que estima la dirección de salida de las señales transmitidas desde un conjunto de antenas que puede montarse, por
40 ejemplo, en un techo de la sala de conferencias 80 (por ejemplo para asegurar la propagación de línea de visión hacia el dispositivo 3). Las señales desde los múltiples elementos de antena de este conjunto de antenas no se envían al mismo instante de tiempo, sino que se conmutan de manera secuencial. El dispositivo 3 a continuación tiene conocimiento del orden en el que los elementos de antena han enviado las señales, y - usando el conocimiento sobre el patrón de antenas del conjunto de antenas - puede obtenerse la dirección de salida de las señales
45 transmitidas desde el conjunto de antenas. Basándose en esto y en el conocimiento en la posición del conjunto de antenas, puede calcularse la posición del dispositivo 3 en el dispositivo 3.

Entre otros para proporcionar posiciones definidas iniciales para el posicionamiento basado en DR (por ejemplo posiciones definidas más precisas que lo que podría proporcionarse por posicionamiento basado en ángulo), y/o
50 para permitir la estimación de parámetros tales como una dirección de movimiento y/o una longitud de paso del usuario usable para el posicionamiento basado en DR y/o para conmutar de posicionamiento basado en ángulo a posicionamiento basado en DR, se han montado un par de fuentes de señal magnética 82 en los pasos entre la sala de conferencias 80 y los pasillos 81. En la presente realización, las fuentes de señal magnética 82 se realizan como las denominadas puertas magnéticas 82, que se realizan, como un ejemplo, como pares de bobinas. Las puertas
55 magnéticas 82 están instaladas en los pasos de una manera que las dos bobinas están instaladas en paredes opuestas de un paso. Por ejemplo, si la transición es un marco de una puerta, una bobina está instalada en el lado izquierdo del marco de la puerta, y la otra bobina está instalada en el lado derecho del marco de la puerta.

La Figura 8 es una ilustración esquemática de un conjunto de bobinas de Helmholtz 9 que sirve como un ejemplo de una puerta magnética 82 instalada en el entorno 8 de la Figura 7.

El conjunto de bobinas de Helmholtz 9 comprende dos bobinas 90 y 91, respectivamente, que se alimentan con la misma corriente I (en el mismo sentido de dirección en cada una de las bobinas 90 y 91, como se muestra en la
65 Figura 8). En el presente ejemplo, la corriente I es una onda seno con una frecuencia de 40 Hz, por nombrar un ejemplo. Cada bobina 90 y 91 tiene un radio R, en el que el espaciado entre ambas bobinas 90 y 91 se elige también para que sea igual a R. Esto tiene el efecto de que la densidad de flujo magnético provocada por la corriente que

fluye a través de las bobinas 90 y 91 es sustancialmente uniforme entre las dos bobinas 90 y 91. En la Figura 8, esta densidad de flujo magnético es, al menos dentro del cilindro abarcado alrededor del eje x por el radio R, paralela al eje x.

- 5 La magnitud de la densidad de flujo magnético en la región central (cerca del eje x) del plano medio entre ambas bobinas 90 y 91 se proporciona entonces como:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 n I}{R}$$

En el que μ_0 es la constante de permeabilidad ($1,26 \times 10^{-6}$ T m/A) y n es el número de giros de cada bobina 90 y 91.

- 10 Sin embargo, debería observarse que la uniformidad de la densidad de flujo magnético entre las dos bobinas no es obligatoria para que la presente invención funcione. También las densidades de flujo magnético no uniformes permiten que la señal magnética sea detectable. Por ejemplo, en lugar de las bobinas de Helmholtz, también podría usarse una única bobina controlada por una corriente sinusoidal y montada plana en el suelo (por ejemplo bajo un felpudo) como una fuente de señal magnética.

- 15 Para las bobinas de Helmholtz 90, 91 usadas por las puertas magnéticas 82 en los pasos del entorno 8 de la Figura 7, se usó un radio (y distancia) de $R=0,2$ m. Puesto que la frecuencia de la corriente sinusoidal que fluye a través de las bobinas de Helmholtz 90, 91 se eligió para que fuera 40 Hz, se observa que la longitud de onda asociada con la frecuencia de 40 Hz es $\lambda=7,5 \times 10^6$ m, es decir las dimensiones ($R=0,2$ m) de las bobinas de Helmholtz son muy pequeñas en comparación con la longitud de onda λ , de modo que las bobinas de Helmholtz 90, 91 no actúan como una antena. El campo magnético producido por las bobinas de Helmholtz 90, 91 puede considerarse por lo tanto como un campo cuasi-estacionario.

- 25 Para obtener finalmente una puerta magnética 82 como se despliega en el entorno 8 de la Figura 7, las bobinas de Helmholtz 90, 91 están equipadas adicionalmente con un microcontrolador (que corresponde al procesador 70 del aparato 7 de la Figura 5, por ejemplo el microcontrolador CMOS de 8 bits basado en flash Microchip PIC 16F690), una fuente de alimentación (por ejemplo una batería de célula seca de 4,5 V), y un amplificador de potencia (por ejemplo el amplificador de potencia de audio National Semiconductor LM4861 con modo de suspensión de uso). Los últimos tres componentes juntos pueden considerarse que forman la unidad de bobinas 73 del aparato 5 de la Figura 7. Adicionalmente, como unidad de conmutación (véase la unidad 74 del aparato 5 de la Figura 7), se usa una barrera de luz, que se implementa por un diodo de emisión de infrarrojos situado en el centro de la bobina 90 (por ejemplo, el diodo de infrarrojos Vishay TSAL6200 940 nm) y un módulo de receptor de infrarrojos (por ejemplo, el módulo de receptor de IR Vishay TSOP4838) situado en el centro de la bobina 91, de modo que el diodo de emisión de infrarrojos y el módulo de receptor de infrarrojos se enfrentan entre sí y forman una barrera de luz. Cuando esta barrera de luz se interrumpe, por ejemplo por un usuario del dispositivo que pasa por el paso en el que está montada la puerta magnética 82, el microcontrolador a continuación activa la producción del campo magnético alimentando una corriente en las bobinas 90, 91 (véase la etapa 702 del diagrama de flujo 700 de la Figura 6b). Cuando la barrera de luz ya no se ve obstruida, la producción del campo magnético se termina (véase la etapa 704 del diagrama de flujo 700 de la Figura 6b). En la presente realización, teniendo la señal magnética sinusoidal una frecuencia de 40 Hz, el periodo de la señal magnética es 25 ms. Siempre que el dispositivo/usuario esté pasando por la barrera de luz lentamente, la detección de un único periodo de la señal magnética en el dispositivo 3 es posible. Si la velocidad de paso de la barrera de luz aumenta de modo que el tiempo de obstrucción de la barrera de luz está por debajo de 25 ms, puede no ser posible detección apropiada de la señal magnética en el dispositivo 3. Para combatir esto, puede aumentarse la frecuencia de la señal magnética, o puede aumentarse el radio de las bobinas 90, 91, o puede modificarse el mecanismo que activó y desactivó la producción de la señal magnética, por ejemplo usando dos barreras de luz delante y detrás de la puerta magnética 82 con un espaciado suficientemente grande para permitir que se produzcan varios periodos de la señal magnética incluso cuando el usuario/dispositivo pasa rápidamente por la puerta magnética 82.

- 50 Volviendo al ejemplo de un entorno 8 de la Figura 7, las puertas magnéticas 82 y las señales magnéticas producidas por las mismas pueden usarse en el proceso de posicionamiento (véase la etapa 402 del diagrama de flujo 400 de la Figura 4a y la etapa 505 del diagrama de flujo de la Figura 4b) de diferentes maneras. Por ejemplo, puede imaginarse el siguiente conjunto no limitante de casos de uso:

55 **Caso de uso A: conmutación entre modos de posicionamiento**

- Tras la detección de una señal magnética, se conmuta el modo de posicionamiento de posicionamiento basado en ángulo a DR o viceversa. En las realizaciones de la presente invención, el uso de puertas magnéticas 82 para conmutar el modo de posicionamiento de posicionamiento basado en ángulo a DR puede evitar que el sistema sufra de posicionamiento erróneo basado en estimaciones de ángulo que pueden tener lugar cuando se intenta utilizar posicionamiento basado en ángulo fuera de su área de operación.

Por ejemplo, si un usuario del dispositivo 3 (véase la Figura 1) se está moviendo del área 80 del entorno 8 (véase la

Figura 7) en una de las áreas 81, la producción de la señal magnética por una de las puertas magnéticas 82 se activa por el usuario. La señal magnética se detecta a continuación en el dispositivo 3 y activa la conmutación del modo de posicionamiento basado en ángulo al modo de posicionamiento de DR. Si él/ella vuelve al área 80, la producción de la señal magnética se activa de nuevo, y la detección de la señal magnética provoca una conmutación

- 5 de vuelta al modo de posicionamiento basado en ángulo. Cuando se conmuta de posicionamiento basado en ángulo a DR, la última posición determinada por posicionamiento basado en ángulo puede a continuación usarse como una posición definida para el proceso de DR (y por supuesto de información adicional si está disponible a partir del posicionamiento basado en ángulo, tal como una dirección de movimiento o una longitud de paso).
- 10 Para esta conmutación entre modos de posicionamiento, puede ser suficiente por ejemplo que todas las puertas magnéticas produzcan la misma señal magnética (por ejemplo un seno con la misma frecuencia), puesto que no se requiere necesariamente la diferenciación de diferentes puertas magnéticas 82 o sus posiciones. Puede no requerirse entonces proporcionar información específica del entorno al proceso de posicionamiento, la única información requerida para el proceso de posicionamiento puede ser entonces las características (por ejemplo la
- 15 frecuencia) de las señales magnéticas usadas, características que, sin embargo, pueden predefinirse y ser las mismas en varios entornos diferentes.

La información de proceso de posicionamiento a usarse en la etapa 402 del diagrama de flujo 400 de la Figura 4a y en la etapa 504 del diagrama de flujo 500 de la Figura 4b puede a continuación ser, por ejemplo, la información vacía de que una señal magnética se ha detectado en su totalidad (es decir sin ninguna información adicional sobre esta señal magnética).

Caso de uso B: derivar una posición del dispositivo

- 25 La información de proceso de posicionamiento relacionada con la señal magnética detectada se aprovecha para determinar una posición del dispositivo.

En una realización, la posición de la puerta magnética 82 que produjo la señal magnética detectada en el dispositivo 3 está incluida en la señal magnética detectada y a continuación se considera como la posición actual del dispositivo

30 3. La información de proceso de posicionamiento a usarse en la etapa 402 del diagrama de flujo 400 de la Figura 4a y en la etapa 504 del diagrama de flujo 500 de la Figura 4b puede a continuación, por ejemplo, ser la posición de la puerta magnética 82 únicamente.

También podría por supuesto incluirse información adicional en la señal magnética, por ejemplo información sobre una dirección de movimiento del usuario/dispositivo (tal información puede estar disponible, por ejemplo, si se usan dos barreras de luz para encender/apagar la producción de la señal magnética, estando localizada una barrera de luz antes de la puerta magnética y una detrás de la puerta magnética, de modo que una secuencia de obstrucción de las barreras de luz es indicativa de la dirección de movimiento del usuario/dispositivo).

- 40 Si el ancho de banda de la señal magnética no es suficiente para llevar explícitamente la posición de la puerta magnética 82 (el ancho de banda de la frecuencia, por ejemplo, puede estar limitado por la frecuencia de muestreo del magnetómetro y también por la frecuencia del movimiento del dispositivo/usuario), al menos un identificador (por ejemplo un número) de la puerta magnética 82 puede estar incluido en la señal magnética respectivamente producida (por ejemplo por modulación), o pueden usarse diferentes características de señal para representar diferentes puertas magnéticas 82 (por ejemplo diferentes frecuencias, amplitudes y/o fases, por nombrar unos pocos ejemplos no limitantes). Cuando se detecta la señal magnética, o después de su detección, se intenta a continuación asociar la señal magnética detectada con la posición de la puerta magnética 82 que produjo la señal magnética, y esta posición se considera entonces como la posición actual del dispositivo 3. En la misma, la señal magnética detectada puede asociarse con la posición de la puerta magnética 82 directamente (por ejemplo usando una tabla de correspondencia para el entorno 8 que enumera los diferentes tipos de señales magnéticas (o las señales magnéticas con los diferentes identificadores) y sus posiciones de puertas magnéticas asociadas) o mediante la
- 45 puerta magnética 82 (por ejemplo usando una tabla de correspondencia para el entorno 8 que asocia los diferentes tipos de señales magnéticas (o las señales magnéticas con los diferentes identificadores) y sus puertas magnéticas 82 asociadas y un mapa que permite a continuación determinar la posición de las puertas magnéticas 82).

Un método adicional para diferenciar puertas magnéticas es aprovechar las anomalías magnéticas dependientes de la localización en las cercanías de las puertas magnéticas. Los datos de medición recopilados para detectar una señal magnética se comparan a continuación a conjuntos de datos de referencia que se han medido cuando se anda hacia diferentes puertas magnéticas, respectivamente. Cuando se ha detectado una señal magnética, los datos de medición asociados (por ejemplo datos de medición de una ventana de tiempo de duración fija que incluye la señal magnética detectada) se comparan contra todos (o un subconjunto) de los conjuntos de datos de referencia para determinar la mejor coincidencia, y la puerta magnética asociada con este conjunto mejor coincidente de datos de referencia se considera que ha producido la señal magnética detectada. Este enfoque puede permitir usar la misma señal magnética por alguna o todas las puertas magnéticas.

La información de proceso de posicionamiento a usarse en la etapa 402 del diagrama de flujo 400 de la Figura 4a y

en la etapa 504 del diagrama de flujo 500 de la Figura 4b puede ser entonces, por ejemplo, la información sobre características de la señal magnética detectada (por ejemplo su frecuencia, si diferentes puertas magnéticas 82 están diferenciadas por diferentes frecuencias de sus señales magnéticas) o sobre el identificador incluido en la misma (si diferentes puertas magnéticas 82 están diferenciadas por diferentes identificadores en sus respectivas señales magnéticas) o sobre un identificador de puerta magnética determinado basándose en comparar datos de medición contra datos de referencia.

La posición del dispositivo 3 determinada de acuerdo con el caso de uso B puede usarse a continuación, por ejemplo, como una posición definida (o una actualización) para un proceso de DR. Por supuesto, el caso de uso B puede combinarse con el caso de uso A anteriormente descrito, pero puede aplicarse igualmente bien en solitario.

Caso de uso C: usar una dirección de movimiento determinada en el proceso de posicionamiento

La dirección de movimiento del dispositivo (o su usuario) se usa en el proceso de posicionamiento, por ejemplo como información para un proceso de DR. Esta dirección de movimiento puede determinarse, por ejemplo, basándose en los datos medidos para detectar la señal magnética detectada y en datos de referencia relacionados con la puerta magnética 82 que produjo la señal magnética detectada. Como alternativa, esta dirección de movimiento puede determinarse, por ejemplo, basándose en una dirección detectada de la densidad de flujo magnético o intensidad de campo de la puerta magnética y una dirección de movimiento estimada del dispositivo, tanto en el sistema de coordenadas del magnetómetro, como una dirección conocida de la densidad de flujo magnético o intensidad de campo en el sistema de coordenadas usado por el proceso de posicionamiento.

El caso de uso C puede combinarse por supuesto con cualquiera de los casos de uso A y B (o ambos) anteriormente descritos, pero puede aplicarse igualmente bien en solitario.

Caso de uso D: usar una longitud de paso determinada en el proceso de posicionamiento

La longitud de paso del usuario determinada basándose en los datos medidos para detectar la señal magnética detectada y en datos de referencia relacionados con la puerta magnética 82 que produjo la señal magnética detectada se usan en el proceso de posicionamiento, por ejemplo como información para un proceso de DR.

El caso de uso D puede combinarse por supuesto con cualquiera de los casos de uso A-C (o cualquiera de dos o tres de ellos) anteriormente descritos, pero puede aplicarse igualmente bien en solitario.

A continuación, la detección de la señal magnética según se realiza por el procesador 441 de la unidad 44 del aparato 4 de la Figura 2a y por el procesador de múltiples fines 50 del aparato 5 de la Figura 2b se explicará en más detalle.

La Figura 9 es un diagrama 10 con un ejemplo de datos medidos para detectar una señal magnética de acuerdo con la presente invención. El diagrama 10 muestra el campo magnético medido en el dispositivo 3 (véase la Figura 1) con un magnetómetro de 3 ejes (véase la unidad 440 del aparato 4 de la Figura 2a y la unidad 54 del aparato 5 de la Figura 2b) junto con el eje X-, y- y z de un sistema de coordenadas tridimensional cuando el dispositivo 3 pasa, durante un periodo de 25 s, por una puerta magnética 82 (véase la Figura 7) que está realizada como se describe con referencia a la Figura 8 anterior, es decir está equipada con una barrera de luz que provoca que la puerta magnética 82 produzca una señal magnética sinusoidal con una frecuencia de 40 Hz únicamente cuando se obstruye la barrera de luz. En la misma, las curvas de medición se indican por el número de referencia 102 para el eje x, 100 para el eje y, y 101 para el eje z.

Las curvas 100-102 representan componentes de tres vectores (x,y,z) de un magnetómetro de 3 ejes (triaxial). Todos ellos muestran un patrón periódico que es un resultado de cambios en la alineación del magnetómetro con relación al campo magnético de la Tierra. Como resultado del movimiento de caminar, el ángulo entre el campo magnético de la Tierra y los tres ejes del magnetómetro cambia y por lo tanto, cada uno de los ejes del magnetómetro detecta un campo magnético variable.

Además, también las perturbaciones magnéticas locales que se mueven junto con el usuario que lleva el dispositivo 3 provocan variación en el campo magnético. Durante el paseo, la distancia y ángulo entre la fuente de perturbación y el magnetómetro cambian lo que provoca cambios periódicos al campo magnético. Estos cambios también siguen la frecuencia de ciclos de marcha.

En consecuencia, puede ser ventajoso que las puertas magnéticas 82 usen frecuencias que son más altas que las frecuencias que se provocan por movimiento de caminar/correr.

Como puede observarse mejor a partir de la medición del eje x 102, la curva de medición 102 muestra adicionalmente dos ondulaciones residuales 103, que se provocan por la puerta magnética 82 produciendo una señal magnética sinusoidal de 40 Hz dos veces (cada vez durante aproximadamente 1 s) y el magnetómetro del dispositivo 3 que capta esta señal magnética además del patrón periódico anteriormente descrito. La segunda

aparición de esta ondulación residual 103 se muestra en forma ampliada en el diagrama 11, que únicamente muestra el periodo de tiempo desde el segundo 13 al 22. En el mismo, las curvas y la ondulación residual se indican con el mismo número de referencia como en el diagrama 10.

5 La señal magnética puede detectarse, por ejemplo, a partir de la curva de medición 102, que representa los datos de medición proporcionados por el magnetómetro 440 al procesador 441 del aparato 4 en la Figura 2b y por el magnetómetro 54 al procesador de múltiples fines 50 del aparato 5 en la Figura 2b), por correlación con una réplica de la señal magnética transmitida por la puerta magnética 82, en este caso una señal sinusoidal de 40 Hz. Una réplica de este tipo puede almacenarse en una memoria de referencia (tal como la memoria 442 del aparato 4 de la Figura 2a o la memoria principal 52 del aparato 5 de la Figura 2b), o puede generarse al vuelo.

10 Un ejemplo de un proceso para derivar la dirección de movimiento y/o la longitud de paso de un usuario del dispositivo 3 (véase la Figura 1) y/o para identificar una puerta magnética basándose en una comparación de datos de medición y datos de referencia se explicará ahora con referencia a la Figura 10.

15 La Figura 10 es un conjunto de tres diagramas 120, 121 y 122 que representan datos de medición (amplitud de campo magnético frente a tiempo) que se han obtenido midiendo una señal magnética producida por una puerta magnética 82 (véase la Figura 7) cuando se anda hacia esta puerta magnética 82, en el que la puerta magnética 82 se realiza en este punto como se describe con referencia a la Figura 8 anterior, es decir está equipada con una barrera de luz que provoca que la puerta magnética 82 produzca una señal magnética sinusoidal con una frecuencia de 40 Hz únicamente cuando se obstruye la barrera de luz.

20 En la misma, los diagramas 121 y 122 representan mediciones de referencia (únicamente con respecto a un eje) que se han realizado con respecto a una puerta magnética específica como una base para comparación posterior y que se han almacenado en una memoria de referencia (tal como la memoria 442 del aparato 4 de la Figura 2a o la memoria principal 52 del aparato 5 de la Figura 2b), por ejemplo junto con la respectiva dirección de movimiento y opcionalmente parámetros adicionales tales como una identificación de la puerta magnética y/o la posición de la puerta magnética y/o información sobre la señal magnética producida por la puerta magnética (por ejemplo su esquema de frecuencia o de modulación) y/o información sobre la longitud a la que pertenece la medición de referencia.

25 El diagrama 121 representa una medición que se ha realizado cuando se camina hacia una puerta 82 en una primera dirección, y el diagrama 122 representa una medición que se ha realizado cuando se camina hacia la misma puerta 82 en la dirección opuesta. Estas mediciones de referencia pueden a continuación compararse a una medición real, en este punto como un ejemplo representado por el diagrama 120, y por comparación de las mediciones del diagrama 120 y las mediciones de ambos diagramas 121 y 122 (por ejemplo por un algoritmo de coincidencia de patrón), puede verificarse que la medición del diagrama 120 se asemeja más estrechamente a la medición del diagrama 122, de modo que puede concluirse que la dirección de movimiento a determinarse es la misma que la dirección de movimiento de la medición del diagrama 122.

30 Este enfoque está basado en la idea de que las distorsiones o anomalías magnéticas que se provocan por estructuras metálicas, por ejemplo cables, etc., alrededor de la puerta magnética son dependientes de la localización (en lugar de dependientes del tiempo) y tienen suficiente variabilidad alrededor de la puerta magnética, de modo que se diferencian cuando se acerca o se pasa por una puerta magnética 82 desde direcciones diferentes (incluso cuando la puerta 82 no está produciendo la señal magnética en absoluto). En la misma, las mediciones de referencia pueden realizarse, por ejemplo, cuando se instala la puerta.

35 Como puede observarse a partir de los diagramas 121 y 122, caminar hacia una puerta magnética 82 desde direcciones opuestas da como resultado diagramas acordes que son sustancialmente versiones copiadas entre sí. Puede por lo tanto ser suficiente medir datos de referencia únicamente con respecto a una dirección de camino por puerta, y producir los datos de referencia para la dirección de camino opuesta electrónicamente o usar únicamente un conjunto de datos de referencia cuando se comparan los datos realmente medidos contra los datos de referencia y considerar el efecto de espejo en esta comparación. Por ejemplo, puede usarse coincidencia de patrón para analizar si las anomalías detectadas en los datos realmente medidos (que comprenden la señal magnética detectada) corresponden a la medición de referencia directamente (esto significa que el usuario está caminando a la misma dirección que la persona que recopiló la medición de referencia). De otra manera, las anomalías en los datos realmente medidos deberían corresponder a la versión copiada de la medición de referencia (es decir el usuario está andando en la dirección opuesta en comparación con la persona que recopiló la medición de referencia).

40 La comparación de datos de medición que comprende una señal magnética realmente detectada y los datos de referencia puede realizarse de tal manera que se determina la primera puerta magnética 82 que produjo la señal magnética detectada (por ejemplo basándose en características de la señal magnética, tal como, por ejemplo, su frecuencia, si se usan diferentes frecuencias para diferenciar entre diferentes puertas magnéticas 82, o basándose en un identificador comprendido en la señal magnética), y comparando a continuación la señal magnética detectada con los datos de referencia que están disponibles para esta puerta magnética 82. Igualmente bien, una señal magnética detectada puede compararse directamente con los datos de referencia de todas las puertas magnéticas

82. Esto, sin embargo, puede ser computacionalmente más costoso. Si la longitud de la medición de referencia es conocida (por ejemplo almacenada junto con los datos de referencia), puede usarse un enfoque de coincidencia de patrón de una forma similar para calibrar la longitud de paso del usuario para la distancia atravesada. Para este fin, además de los datos de referencia medidos para una puerta magnética (y la información adicional tal como la dirección de camino durante la medición de referencia, etc.), la longitud de la medición recopilada se almacena también, por ejemplo en metros. Los datos de referencia podrían representar entonces, por ejemplo, una trayectoria que empieza en una distancia predefinida (por ejemplo 5 metros) antes de la puerta y que finaliza en una distancia predefinida (por ejemplo 5 metros) después de la puerta.
- 5
- 10 Puesto que la longitud de la medición de referencia en metros alrededor de la puerta es conocida con exactitud, la longitud de paso de la persona que pasa por la puerta puede determinarse analizando el 'desplazamiento Doppler' entre la señal realmente medida y la señal de referencia cuando se conocen las apariciones de paso (es decir cuántos pasos dio un usuario cuando caminaba por la trayectoria desde la distancia predefinida antes de la puerta a la distancia predefinida detrás de la puerta).
- 15 Por ejemplo, puede usarse un algoritmo de compresión de tiempo dinámico para determinar la longitud de paso del usuario. La compresión de tiempo dinámica es un algoritmo para medir una similitud entre dos secuencias que pueden variar en tiempo o velocidad.
- 20 Para poder comparar los datos de medición del magnetómetro a los datos de referencia, puede requerirse una memoria intermedia de señal para almacenar al menos temporalmente el último historial de datos. El tamaño de una memoria intermedia de este tipo depende de las frecuencias de muestreo del magnetómetro así como de la longitud de las mediciones de referencia alrededor de las puertas magnéticas.
- 25 Puesto que no tiene sentido recopilar datos cuando el usuario/dispositivo permanece estático, puede controlarse el almacenamiento en memoria intermedia de datos de modo que los datos se almacenan en memoria intermedia únicamente cuando el usuario/dispositivo se detecta que está en movimiento. Esto puede conseguirse, por ejemplo, mediante la detección de paso.
- 30 Puede usarse también una comparación de los datos de medición y los datos de referencia para identificar una puerta magnética, o para verificar una identificación de una puerta magnética que ya ha sido identificada de otra manera. Si la identificación de una puerta magnética está dirigida, puede por supuesto ser necesario comparar los datos de medición contra todos los conjuntos disponibles de datos de referencia (que pueden ser específicos de puerta y específicos de dirección de movimiento). La puerta magnética asociada con los datos de referencia que coincide mejor con los datos de medición se identifica entonces que ha producido la señal magnética detectada, y como un producto secundario, también se obtiene la dirección de movimiento asociada.
- 35 Como datos de referencia para la identificación de una puerta magnética, pueden proporcionarse varios conjuntos de datos que pertenecen a mediciones realizadas con respectivas diferentes direcciones de movimiento hacia esta puerta, o únicamente un conjunto de datos que pertenecen a una medición con una dirección de movimiento hacia esta puerta, mientras que en el último caso, por ejemplo pueden aprovecharse simetrías dependientes de la dirección de movimiento (por ejemplo el hecho de que, si únicamente son posibles dos direcciones de movimiento opuestas, tal como, por ejemplo, en un suelo estrecho, los dos conjuntos asociados de datos de referencia son versiones copiadas uno del otro).
- 40 A partir de las fluctuaciones significativas de la amplitud de campo magnético en los diagramas 120-122 de la Figura 10, que también existen si la puerta magnética 82 no se enciende en absoluto, puede concluirse que al menos teóricamente, podrían usarse anomalías magnéticas dependientes de la localización en solitario (es decir sin usar puertas magnéticas) para identificar/verificar una puerta magnética y/o para estimar una dirección de movimiento y/o longitud de paso. Sin embargo, recopilar una base de datos de anomalías magnéticas y asignar localizaciones de referencia para estos datos puede ser una tarea altamente engorrosa, en particular si debiera cubrirse un edificio completo. También si no hay ni una suposición inicial ni posiciones definidas de la posición adicional para la localización del usuario, el proceso de posicionamiento puede hacerse computacionalmente altamente ineficaz, puesto que los datos del magnetómetro se habrían de comparar con una base de datos de anomalías magnéticas para una gran parte del edificio. Además, algunos edificios pueden simplemente tener menos anomalías distintivas y por lo tanto el proceso completo puede carecer de precisión.
- 45
- 50
- 55
- 60 En algunas realizaciones de la presente invención, la detección de señales magnéticas producidas por puertas magnéticas por lo tanto forma un prerrequisito para análisis adicional de datos de medición que aprovecha las anomalías dependientes de la localización únicamente en las cercanías de las puertas magnéticas, tal como, por ejemplo, la estimación de la dirección de movimiento y/o longitud de paso o la identificación de la puerta magnética anteriormente descritas. En otras palabras, en estas realizaciones, las puertas magnéticas proporcionan posiciones definidas de posición precisas y fiables, y la utilización de anomalías magnéticas forma un método complementario, por ejemplo para identificar la puerta y/o para estimar la dirección de movimiento y/o longitud de paso. Recopilar datos de campo magnético alrededor de las puertas es entonces una tarea en su totalidad mucho más fácil que recopilar datos de un edificio entero.
- 65

5 La Figura 11 ilustra esquemáticamente una configuración 13 en la que puede determinarse una dirección de movimiento del usuario/dispositivo basándose en la señal magnética detectada en caso de que la señal magnética detectada comprenda una dirección de una densidad de flujo magnético o intensidad de campo magnético producida por una puerta magnética.

10 En la Figura 11, un usuario 132 (mostrado a partir de lo anterior) está pasando por una puerta magnética que se forma por un par de bobinas 130 y 131 y produce una densidad de flujo magnético (o intensidad de campo magnético) 134. El usuario está equipado con un dispositivo 133 que ha de posicionarse, y que comprende un magnetómetro que usa un sistema de coordenadas 135, con el eje x 135-1 y el eje y 135-2 (por motivos de simplicidad de presentación, únicamente se muestra un sistema de coordenadas bidimensional en este punto, mientras que en la práctica, también podría aplicarse un sistema de coordenadas tridimensional). Este sistema de coordenadas 135 se indicará como el "sistema de coordenadas de sensor" a continuación.

15 El dispositivo 133 se considera que está montado en la pelvis del usuario 132, o colocado en uno de sus bolsillos, por ejemplo.

20 Como se describirá en más detalle a continuación, el dispositivo 133 puede estimar una dirección de movimiento del usuario/dispositivo, dirección de movimiento que se indica por la flecha 137. Sin embargo, esta dirección de movimiento está únicamente disponible en el sistema de coordenadas de sensor 135, que está desacoplado del sistema de coordenadas del entorno en el que ha de posicionarse el usuario 132 y que se usa por el proceso de posicionamiento. Este último sistema de coordenadas se denominará "sistema de coordenadas de posicionamiento" a continuación.

25 El dispositivo 133 también puede detectar al menos la dirección 136 de la densidad de flujo magnético 134 producida por las bobinas 130 y 131, también en el sistema de coordenadas de sensor 135, y para determinar el ángulo ϕ 138 entre la dirección de movimiento estimada 137 y la dirección detectada 134 de la densidad de flujo magnético.

30 Ahora, si la dirección de la densidad de flujo magnético 134 es conocida en el sistema de coordenadas de posicionamiento, la dirección de movimiento estimada del usuario/dispositivo puede transferirse desde el sistema de coordenadas de sensor 135 al sistema de coordenadas de posicionamiento aplicando el ángulo ϕ 138 en consecuencia. Esto puede conseguirse almacenando la dirección de la densidad de flujo magnético 134 en el sistema de coordenadas de posicionamiento, por ejemplo junto con información adicional sobre la puerta magnética (tal como, por ejemplo, una posición o identificador de la puerta magnética).

35 En otras palabras, si la configuración de la puerta es conocida, por ejemplo con relación a un mapa del entorno en el que ha de realizarse el posicionamiento (por ejemplo un plano de suelo del edificio), también puede determinarse la dirección de movimiento del usuario/dispositivo frente al mismo mapa.

40 Un enfoque para estimar la dirección de movimiento 137 de un usuario/dispositivo en el sistema de coordenadas de sensor 135 puede derivarse a partir de la publicación "Personal Positioning based on Walking Locomotion Analysis with Self-Contained Sensors and Wearable Camera" in Proceedings of the Second IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2003, 7-10 de octubre, 2003, páginas 103-112.

45 De acuerdo con esta publicación, puede estimarse una dirección de movimiento 137 en el sistema de coordenadas de sensor 135 basándose en el vector de componente principal de la aceleración horizontal y en el conocimiento del patrón para aceleración hacia adelante y vertical.

50 En más detalle, en primer lugar se elimina la aceleración gravitacional del vector de aceleración total para todas las muestras recopiladas en cada etapa. Después de esto, puede calcularse aceleración lineal vertical proyectando la aceleración lineal total a lo largo de la dirección de gravitación. La aceleración horizontal se proporciona a continuación como la aceleración lineal total menos la aceleración lineal vertical. Aplicando el Análisis de Componente Principal (PCA) a las series de tiempo (datos de aceleración horizontal durante cada paso), puede estimarse la dirección hacia adelante/hacia atrás. Basándose en el análisis de marcha humana, el pico positivo para aceleración hacia adelante está localizado en el medio de la pendiente creciente de manera abrupta de la aceleración vertical. Por lo tanto, puede distinguirse la dirección hacia delante de la dirección hacia atrás ensayando si está aumentado la pendiente de la aceleración vertical en el pico para la aceleración hacia adelante.

60 En la práctica, el PCA para aceleración horizontal puede no revelar la dirección hacia adelante/hacia atrás de manera precisa, especialmente si el magnetómetro (sensor) no está fijado en el plano sagital del usuario. Sin embargo, si la puerta magnética está situada en un pasillo estrecho, el usuario tiene prácticamente únicamente dos posibles direcciones de movimiento. Para este escenario, el enfoque anteriormente descrito puede ser suficientemente bueno para determinar la dirección de movimiento.

65 Como se usa en esta solicitud, el término 'circuitería' hace referencia a todo lo siguiente:

(a) implementaciones de circuito únicamente de hardware (tal como implementaciones en únicamente circuitería analógica y/o digital) y

(b) combinaciones de circuitos y software (y/o firmware), tal como (según sea aplicable):

- 5 (i) a una combinación de procesador o procesadores o
(ii) a porciones de procesador o procesadores/software (incluyendo procesador o procesadores de señales digitales, software, y memoria o memorias que funcionan juntas para provocar que un aparato, tal como un teléfono móvil o un dispositivo de posicionamiento, realice diversas funciones) y
- 10 (c) a circuitos, tal como un microprocesador o microprocesadores o una porción de un microprocesador o microprocesadores, que requieren software o firmware para su operación, incluso si el software o firmware no está físicamente presente.

15 Esta definición de 'circuitería' se aplica a todos los usos de este término en esta solicitud, incluyendo en cualesquiera reivindicaciones. Como un ejemplo adicional, como se usa en esta solicitud, el término "circuitería" cubriría también una implementación de solamente un procesador (o múltiples procesadores) o porción de un procesador y su (o sus) software y/o firmware adjunto. El término "circuitería" cubriría también, por ejemplo y si es aplicable al elemento de reivindicación particular, un circuito integrado de banda base o circuito integrado de procesador de aplicaciones para un teléfono móvil o un dispositivo de posicionamiento.

20 La invención se ha descrito anteriormente por medio de realizaciones, que deberán entenderse que son ejemplos no limitantes. En particular, debería observarse que hay maneras alternativas y variaciones de implementación de la invención que son evidentes para un experto en la materia y que pueden implementarse sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Debería entenderse también que la secuencia de todas las etapas de método presentadas anteriormente no es obligatoria, también pueden ser posibles secuencias alternativas.

25

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

5 - usar, en un proceso de posicionamiento, información de proceso de posicionamiento que es al menos una de información sobre una señal magnética detectada, información determinada basándose en dicha señal magnética detectada e información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada, identificando dicha información de identidad una fuente de señal magnética, en donde dicha señal magnética detectada es producida por la fuente de señal magnética instalada en un entorno y detectada en un dispositivo, en donde dicho proceso de posicionamiento es para posicionar dicho dispositivo en dicho entorno, y en donde dicha información de proceso de posicionamiento usada en el proceso de posicionamiento es al menos dicha información de identidad y dicha información de identidad se usa en dicho proceso de posicionamiento para activar una conmutación entre al menos dos diferentes modos de posicionamiento.

15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente detectar dicha señal magnética en dicho dispositivo.

20 3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada son datos de medición obtenidos midiendo una característica magnética durante un periodo de tiempo para detectar dicha señal magnética, y en donde dicha información determinada basándose en dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada es una dirección de movimiento de dicho dispositivo que se determina basándose en una comparación de dichos datos de medición y datos de referencia relacionados con dicha fuente de señal magnética.

25 4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada son datos de medición obtenidos midiendo una característica magnética durante un periodo de tiempo para detectar dicha señal magnética, y en donde dicha información determinada basándose en dichos datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada es una identificación de dicha fuente de señal magnética que produjo dicha señal magnética detectada, determinándose dicha identificación basándose en una comparación de dichos datos de medición y datos de referencia relacionados con dicha fuente de señal magnética.

30 5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende adicionalmente determinar dicha identificación.

35 6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicha señal magnética comprende una dirección de una densidad de flujo magnético o de una intensidad de campo magnético producida por dicha fuente de señal magnética, en donde dicha señal magnética detectada comprende una dirección detectada de dicha densidad de flujo magnético o de dicha intensidad de campo magnético, y en donde dicha información de proceso de posicionamiento es una dirección de movimiento de dicho dispositivo en dicho entorno determinado basándose en una dirección de movimiento estimada de dicho dispositivo en un sistema de coordenadas de sensor con relación a dicha dirección detectada en dicho sistema de coordenadas de sensor y un conocimiento sobre una dirección absoluta de dicha densidad de flujo magnético o dicha intensidad de campo magnético en dicho entorno.

40 7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende adicionalmente determinar dicha dirección de movimiento de dicho dispositivo en dicho entorno.

45 8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que dicha información de proceso de posicionamiento se usa en dicho proceso de posicionamiento para asociar dicha señal magnética detectada a una posición de dicha fuente de señal magnética que produjo dicha señal magnética detectada, de modo que una posición de dicho dispositivo puede determinarse al menos parcialmente basándose en dicha posición de dicha fuente de señal magnética.

50 9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que al menos dos fuentes de señal magnética están instaladas en dicho entorno, en donde dichas al menos dos fuentes de señal magnética están configuradas para producir diferentes señales magnéticas, respectivamente, y en donde dicho proceso de posicionamiento puede diferenciar entre dichas diferentes señales magnéticas cuando se asocia dicha señal magnética detectada a dicha posición de dicha fuente de señal magnética que produjo dicha señal magnética detectada, en donde dicha señal magnética comprende una magnitud y/o una dirección de una densidad de flujo magnético o de una intensidad de campo magnético.

55 60 10. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que uno de dichos al menos dos diferentes modos de posicionamiento está basado en navegación por estima, y/o uno de los al menos dos diferentes modos de posicionamiento está basado en posicionamiento basado en ángulo o un modo de posicionamiento basado en GNSS.

65 11. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que dicha fuente de señal magnética

comprende un par de bobinas de Helmholtz.

12. Un programa informático que comprende:

- 5 - código de programa para realizar el método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1-11, cuando dicho programa informático se ejecuta en un procesador.

13. Un aparato que comprende:

- 10 - medios para usar, en un proceso de posicionamiento, información de proceso de posicionamiento que es al menos una de información sobre una señal magnética detectada, información determinada basándose en dicha señal magnética detectada e información de identidad determinada basándose en datos medidos para detectar dicha señal magnética detectada, identificando dicha información de identidad una fuente de señal magnética, en donde dicha señal magnética detectada es producida por la fuente de señal magnética instalada en un entorno y detectada en un dispositivo, en donde dicho proceso de posicionamiento es para posicionar dicho dispositivo en dicho entorno, y
- 15 en donde dicha información de proceso de posicionamiento usada en el proceso de posicionamiento es al menos dicha información de identidad y dicha
- 20 información de identidad se usa en dicho proceso de posicionamiento para activar una conmutación entre al menos dos diferentes modos de posicionamiento.

14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, configurado adicionalmente para realizar el método de al menos una de las reivindicaciones 2-11.

25 15. Un sistema que comprende:

- al menos un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14, y
- al menos una fuente de señal magnética instalada en el entorno y que comprende medios para producir la señal magnética.

30

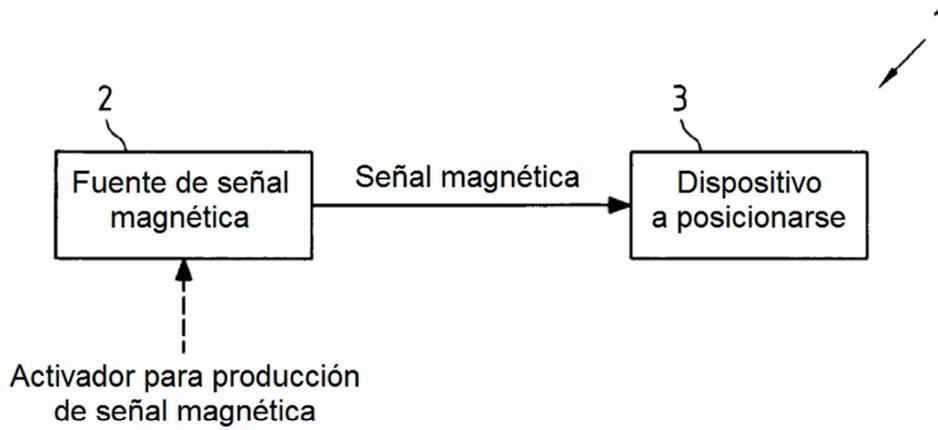


Fig.1

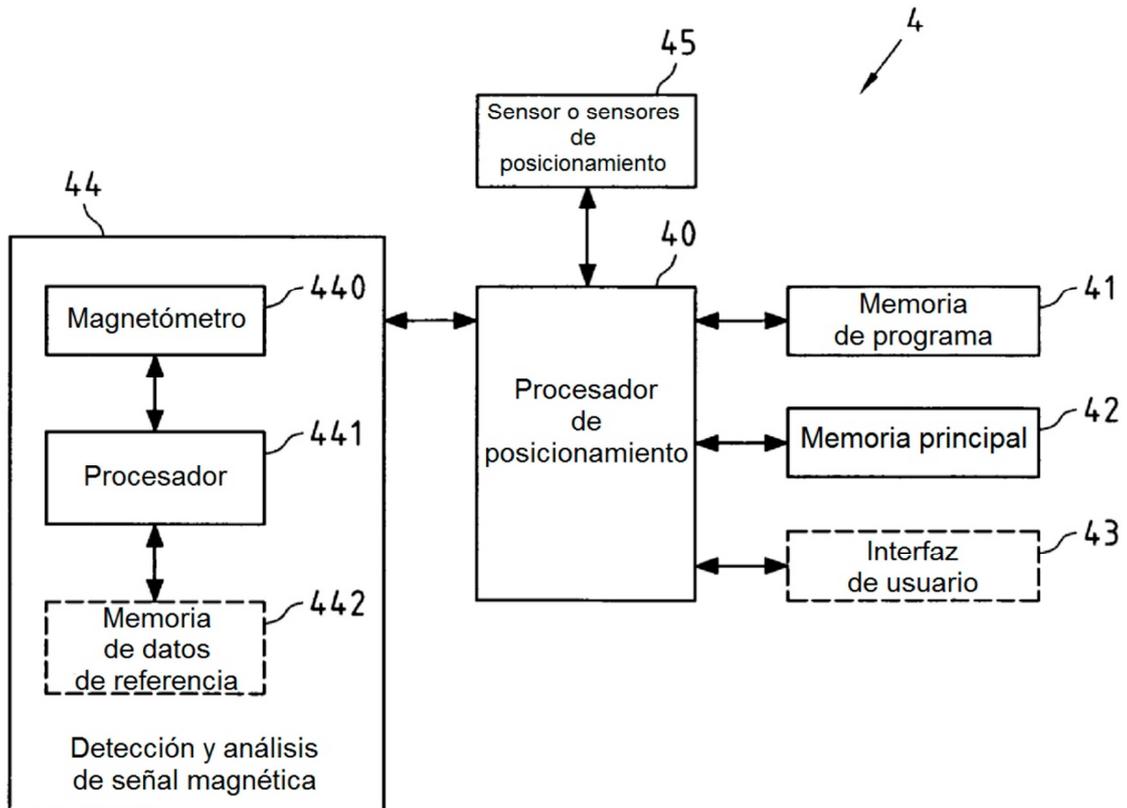


Fig.2a

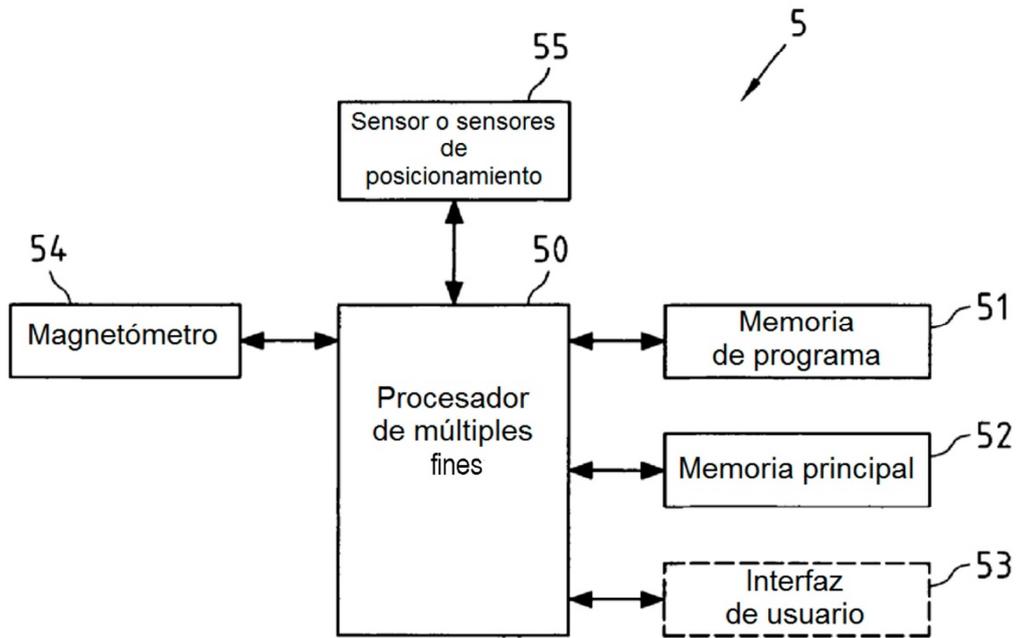


Fig.2b

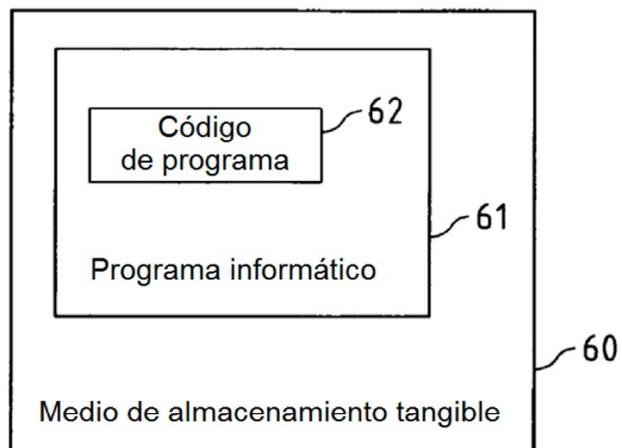
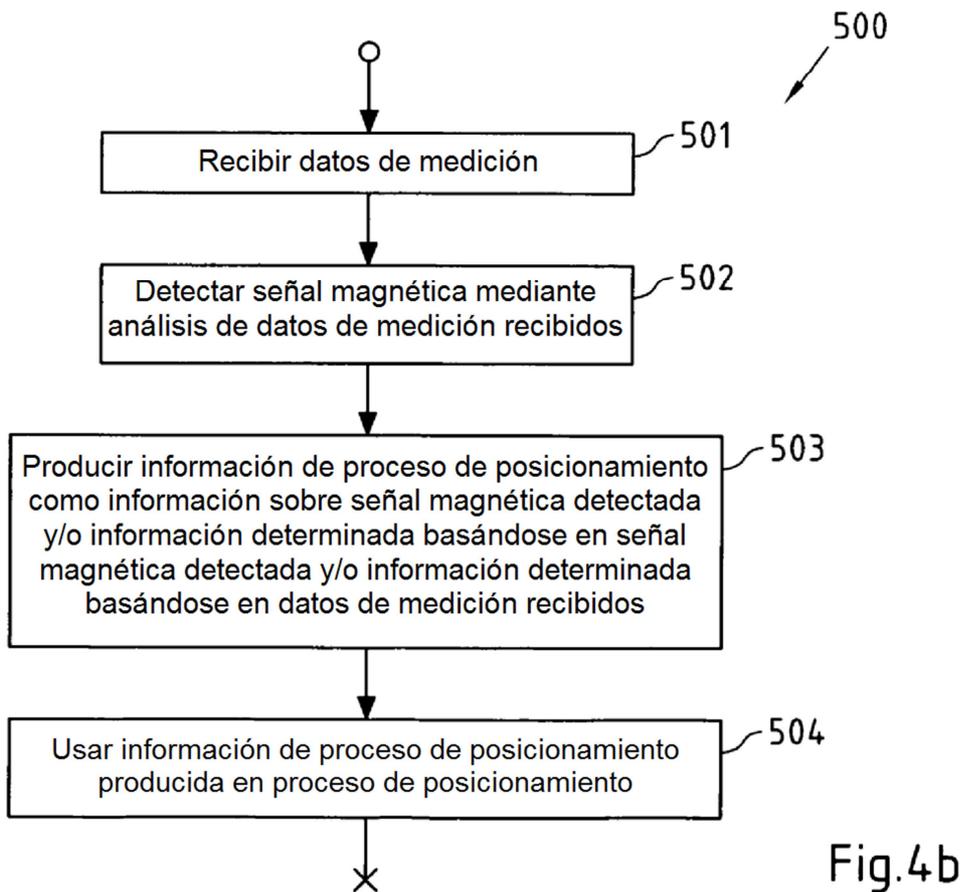
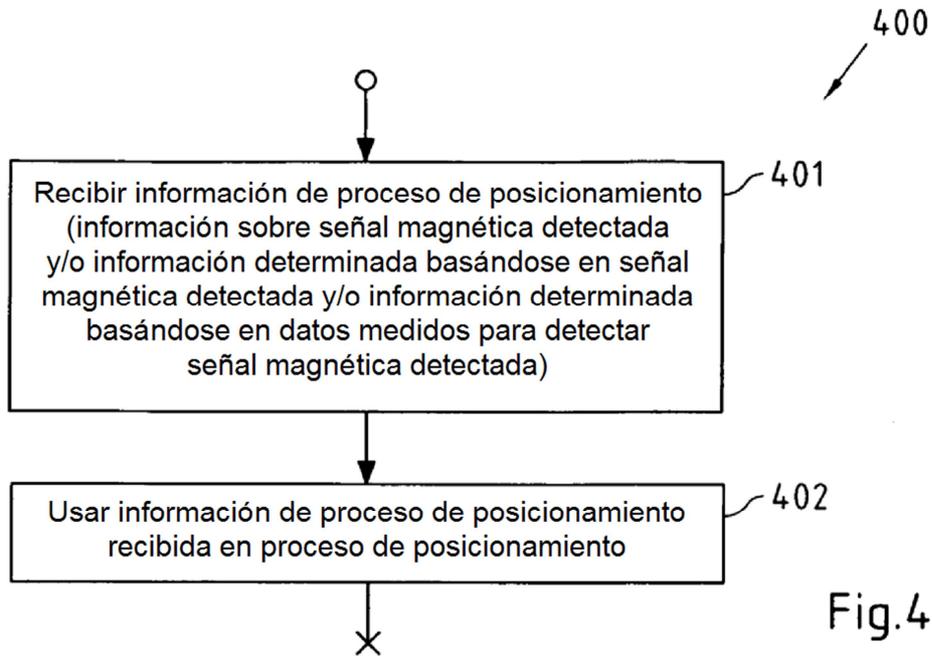


Fig.3



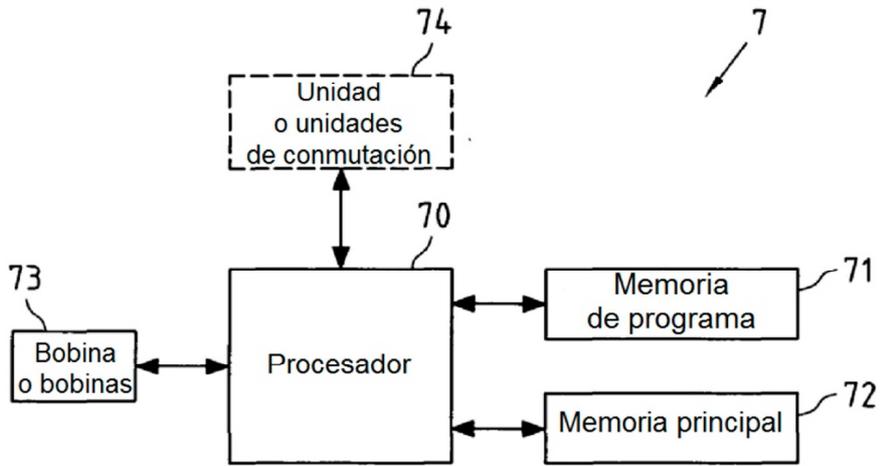


Fig.5

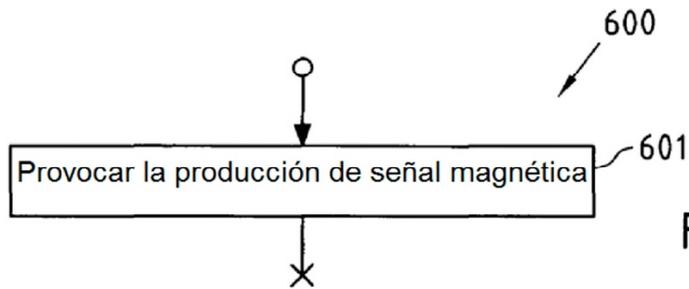


Fig.6a

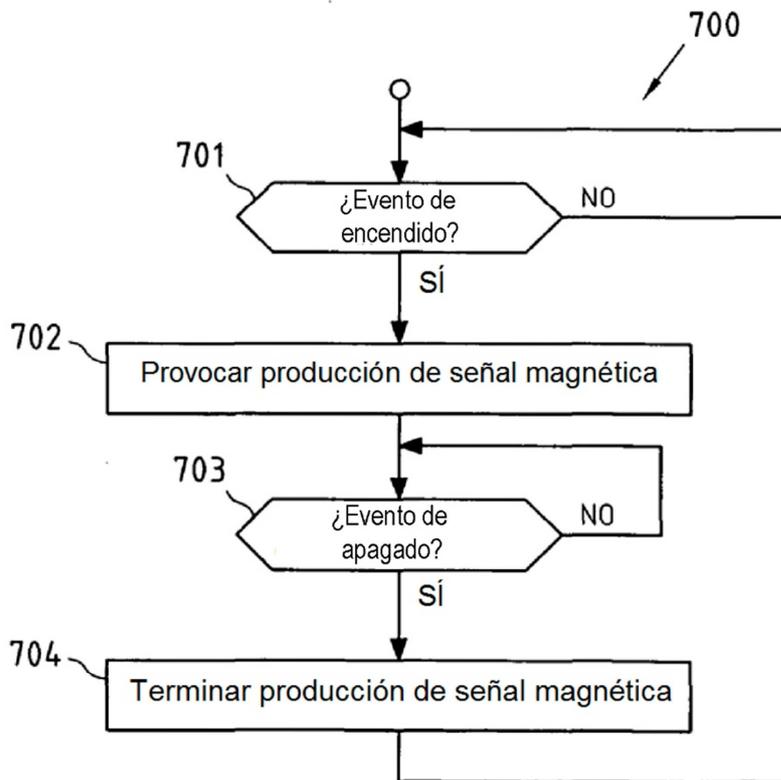


Fig.6b

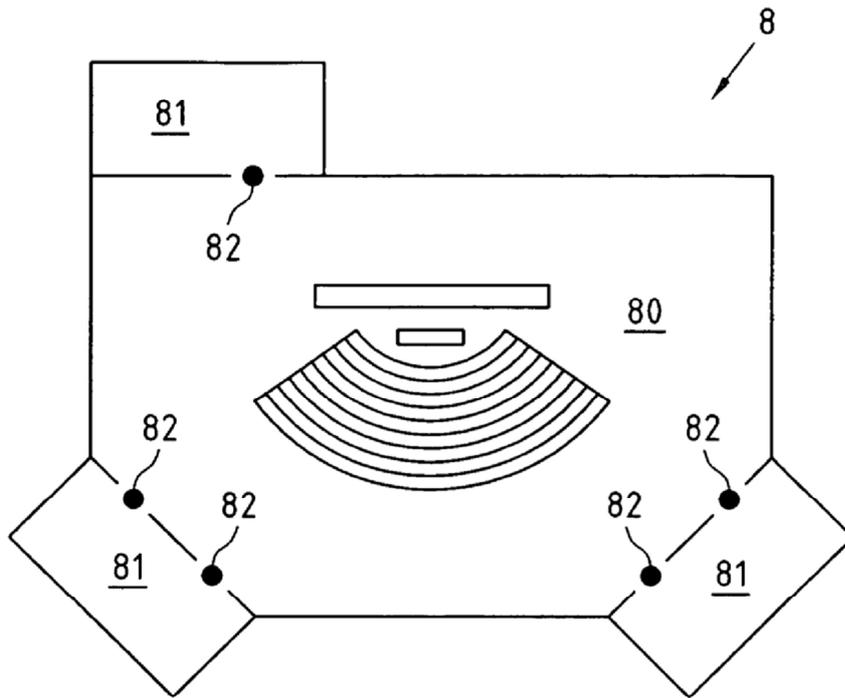


Fig.7

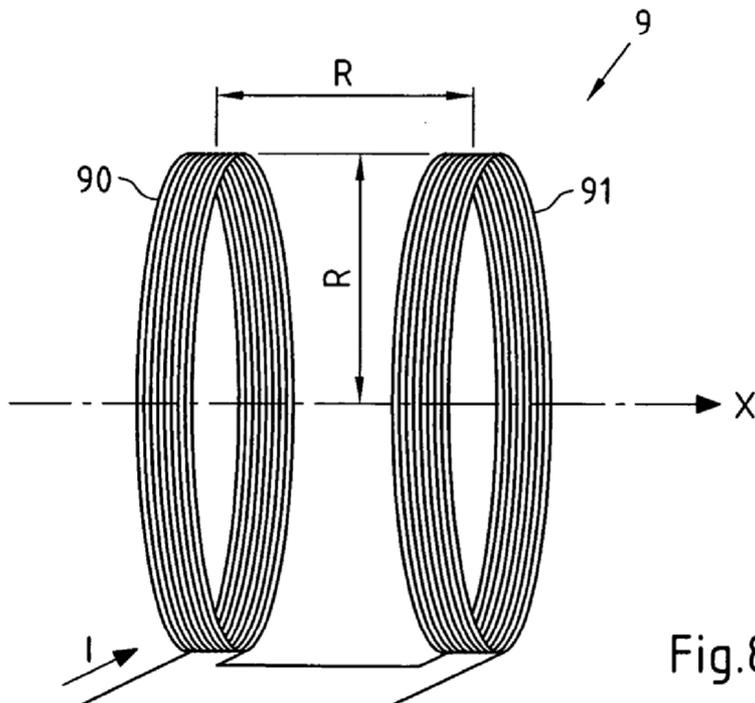


Fig.8

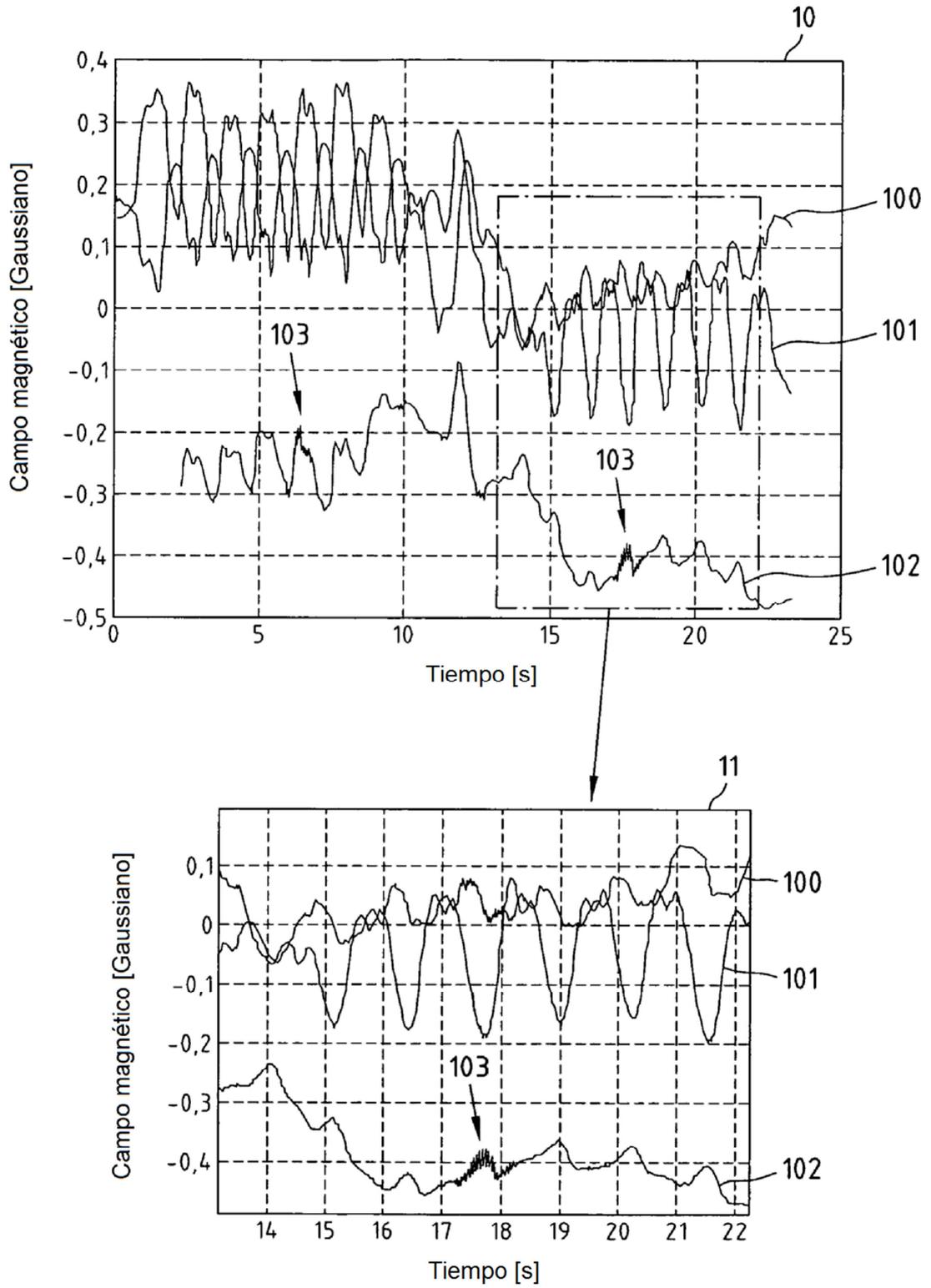


Fig.9

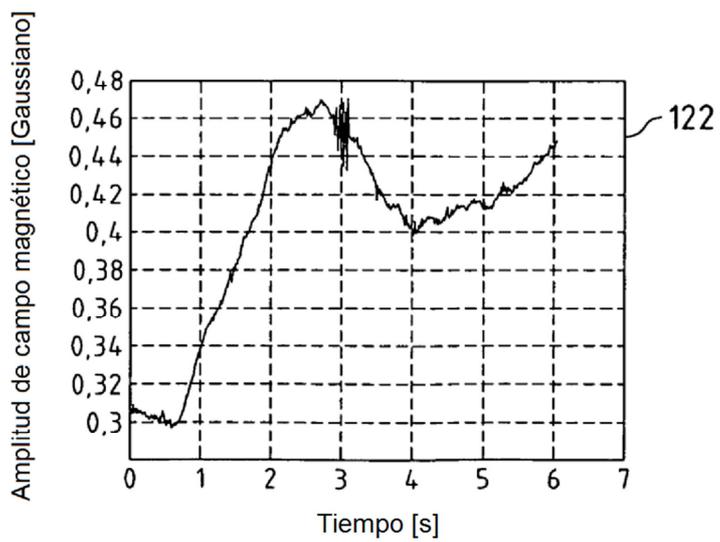
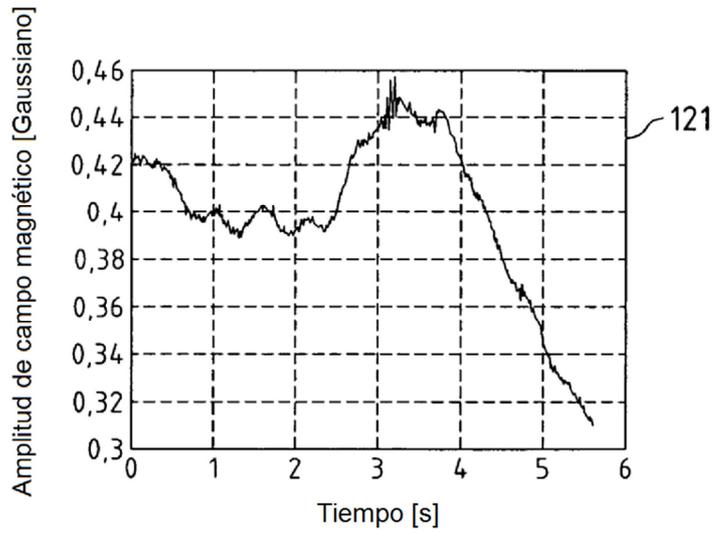
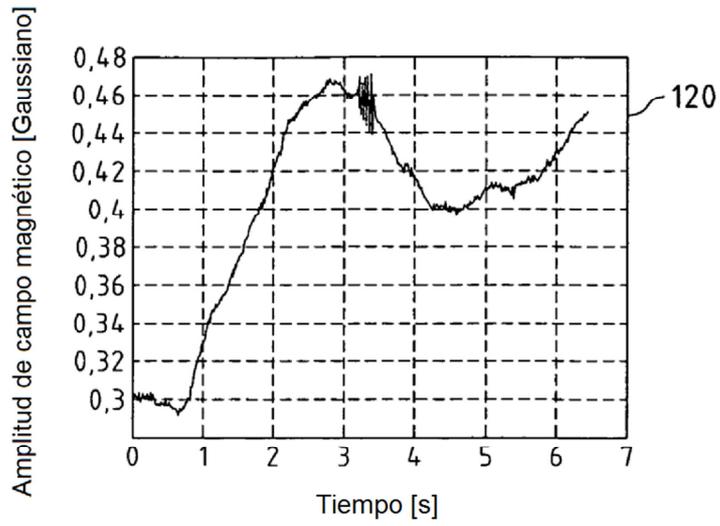


Fig.10

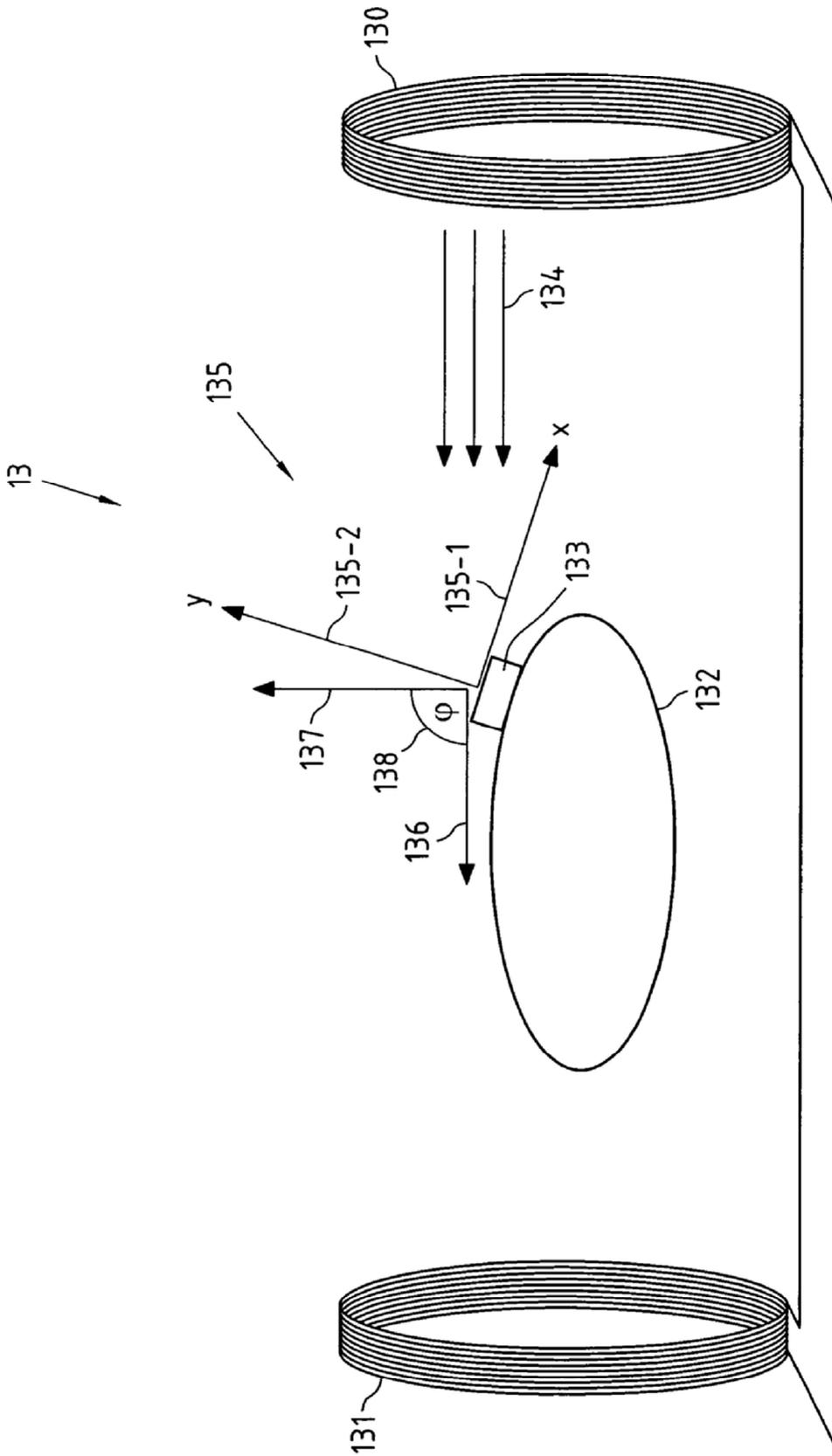


Fig.11