(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 797 375**

(51) Int. CI.:

G01S 3/784 (2006.01)
G01S 5/16 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014 PCT/US2014/028068**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14143900**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014 E 14765624 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 2972452**

(54) Título: **Sistema de detección de localización de fuente de luz**

(30) Prioridad:

15.03.2013 US 201361798733 P
13.03.2014 US 201414209636

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.12.2020

(73) Titular/es:

THALES DEFENSE & SECURITY, INC. (100.0%)
22605 Gateway Center Dr.
Clarksburg, MD 20871, US

(72) Inventor/es:

ATAC, ROBERT B. y
FOXLIN, ERIC

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de detección de localización de fuente de luz

Reivindicación de prioridad

La presente solicitud de patente es una continuación en parte de la solicitud de patente no provisional 13/559.332 titulada "Sensing Direction and Distance" presentada el 26 de julio de 2012, que reivindica la prioridad de la solicitud provisional n.° 61/511.811 presentada el 26 de julio de 2011, y la presente solicitud de patente también reivindica la prioridad de la solicitud provisional n.° 61/798.733 titulada "System for Light Source Location Detection" presentada el 15 de marzo de 2013.

Antecedentes

Los aspectos de la presente invención se refieren, en general, a la detección de localización de fuente de luz y, más específicamente, a sistemas para la detección de disparos y para la detección de orientación de cascos. La publicación WO 2010/084222 desvela un sensor óptico para detectar una dirección hacia una fuente de luz que comprende una pluralidad de células fotosensibles cubiertas con una lámina de material opaco provisto de una ventana.

Sumario

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan unos sistemas, unos métodos y un producto de programa informático respectivos, como se establece en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones de la invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un sistema para detectar una fuente de luz puede incluir una carcasa que tiene un lado delantero y un lado trasero, siendo el lado trasero opuesto al lado delantero y estando separado del mismo; una matriz de fotodetectores con al menos dos píxeles situados en la pared lateral trasera dentro de la carcasa; una abertura que se extiende a través del lado delantero de la carcasa que está separada de la matriz de fotodetectores una distancia equivalente al tamaño de la abertura y configurada para exponer la matriz de fotodetectores a una luz incidente, procedente de la fuente de luz; y un procesador acoplado a la pluralidad de fotocélulas y configurado para detectar la fuente de luz.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un sistema para rastrear una orientación de un primer objeto puede incluir un dispositivo de emisión de luz situado con respecto a un segundo objeto en una posición predeterminada fija; un sensor que tiene una matriz de fotodetectores que recibe una luz incidente emitida por el dispositivo de emisión de luz, estando la matriz de fotodetectores montada en el primer objeto; y un procesador acoplado a la matriz de fotodetectores, estando el procesador configurado para determinar la orientación del primer objeto con respecto al segundo objeto basándose en un ángulo de la luz incidente detectada por la matriz de fotodetectores procedente del dispositivo de emisión de luz.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un sistema para detectar una dirección desde un objeto a una primera fuente de luz puede incluir un sensor óptico montado con una orientación predeterminada en el objeto, estando el sensor óptico configurado para detectar la primera fuente de luz y medir la dirección hacia la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico; y un procesador configurado para transformar la dirección de la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico en una dirección con respecto al objeto usando la orientación predeterminada del sensor óptico en el objeto.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un método para rastrear una orientación de un primer objeto puede incluir emitir una luz a través de un dispositivo de emisión de luz situado con respecto a un segundo objeto en una posición predeterminada fija; detectar, a través de un sensor que tiene una matriz de fotodetectores, la luz emitida por el dispositivo de emisión de luz, estando la matriz de fotodetectores montada en el primer objeto; y determinar, a través de un procesador acoplado a la matriz de fotodetectores, la orientación del primer objeto con respecto al segundo objeto basándose en un ángulo de la luz detectada por la matriz de fotodetectores procedente del dispositivo de emisión de luz.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un método para detectar una dirección desde un objeto a una primera fuente de luz puede incluir detectar, a través de un sensor óptico montado con una orientación predeterminada en el objeto, la primera fuente de luz; medir, a través del sensor óptico, la dirección hacia la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico; y transformar, a través de un procesador, la dirección de la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico en una dirección con respecto al objeto usando la orientación predeterminada del sensor óptico en el objeto.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un sistema para rastrear una orientación de un primer objeto puede incluir un medio para emitir una luz, en el que el medio de emisión está situado con respecto a un

segundo objeto en una posición predeterminada fija; un medio para detectar la luz emitida por el medio para emitir, estando el medio para detectar montado en el primer objeto; y un medio para determinar la orientación del primer objeto con respecto al segundo objeto basándose en un ángulo de la luz detectada por el medio de detección.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un sistema para detectar una dirección desde un objeto a una primera fuente de luz puede incluir un medio para detectar la primera luz, estando el medio para detectar montado con una orientación predeterminada en el objeto; un medio para medir la dirección hacia la primera fuente de luz con respecto al medio para detectar; y un medio para transformar la dirección de la primera fuente de luz con respecto al medio para detectar en una dirección con respecto al objeto usando la orientación predeterminada del medio para detectar en el objeto.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un producto de programa informático puede incluir un medio legible por ordenador no transitorio que tiene una lógica de control almacenada en el mismo para hacer que un ordenador rastree la orientación de un primer objeto, incluyendo la lógica de control un código para emitir una luz a través de un dispositivo de emisión de luz situado con respecto a un segundo objeto en una posición predeterminada fija; un código para detectar, a través de un sensor que tiene una matriz de fotodetectores, la luz emitida por el dispositivo de emisión de luz, estando la matriz de fotodetectores montada en el primer objeto; y un código para determinar, a través de un procesador acoplado a la matriz de fotodetectores, la orientación del primer objeto con respecto al segundo objeto basándose en un ángulo de la luz detectada por la matriz de fotodetectores procedente del dispositivo de emisión de luz.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un producto de programa informático puede incluir un medio legible por ordenador no transitorio que tiene una lógica de control almacenada en el mismo para hacer que un ordenador detecte una dirección desde un objeto a una primera fuente de luz, incluyendo la lógica de control un código para detectar, a través de un sensor óptico montado con una orientación predeterminada en el objeto, la primera fuente de luz; un código para medir, a través del sensor óptico, la dirección hacia la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico; y un código para transformar, a través de un procesador, la dirección de la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico en una dirección con respecto al objeto usando la orientación predeterminada del sensor óptico en el objeto.

Se entiende que otros aspectos de la invención serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada, en la que diversos aspectos de la presente invención se muestran y describen solo a modo de ilustración. Como se entenderá, la presente invención es capaz de otras variaciones diferentes y sus diversos detalles son susceptibles de modificación en otros aspectos diferentes, todo ello sin desviarse del alcance de la invención. Por consiguiente, los dibujos y la descripción detallada deben considerarse de naturaleza ilustrativa y no restrictiva.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos de muestra de la divulgación se describirán en la descripción detallada y las reivindicaciones adjuntas que siguen, y en los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista esquemática de un sistema de localización de fuente de luz de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 2 es una vista en corte en perspectiva de un sensor en el sistema de la figura 1 de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 3 es una vista en sección del sensor de la figura 2 tomada a lo largo de la línea A-A de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 4 es una vista en perspectiva de la matriz de fotodetectores del sensor mostrado en la figura 2 acoplada a un procesador de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 5 es una vista lateral en sección transversal esquemática del sensor de la figura 1 de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 6 es una vista lateral en sección transversal esquemática del sensor de la figura 1 que muestra la luz que entra en el sensor en diferentes ángulos incidentes de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 7 muestra el sistema de la figura 1 que tiene una pluralidad de sensores acoplados a un casco de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la presente invención;

las figuras 8A-8N muestran una pluralidad de vistas desde arriba de estados de una matriz de fotodetectores del sensor de la figura 1 expuesta a la luz en diversos ángulos incidentes de acuerdo con un aspecto a modo de

ejemplo de la presente invención;

la figura 9 muestra el sistema de la figura 1 que tiene una pluralidad de sensores acoplados a un casco para la detección de orientación del casco en un vehículo de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 10 representa un diagrama de flujo a modo de ejemplo de un método para rastrear una orientación de un primer objeto de acuerdo con aspectos de la presente invención;

la figura 11 representa un diagrama de flujo a modo de ejemplo de un método para detectar una dirección desde un objeto a una primera fuente de luz de acuerdo con aspectos de la presente invención; y

la figura 12 representa un sistema informático para implementar diversos aspectos de la presente invención.

De acuerdo con la práctica común, las diversas características ilustradas en los dibujos pueden simplificarse para mayor claridad. Por lo tanto, los dibujos pueden no representar todos los componentes de un aparato o método dado. Además, pueden usarse números de referencia similares para indicar características similares a lo largo de la memoria descriptiva y las figuras.

Descripción detallada

Diversos aspectos de la presente invención se describen a continuación. Debería ser evidente que las enseñanzas del presente documento pueden realizarse en una amplia diversidad de formas y que cualquier estructura o función específica, o ambas, desveladas en el presente documento pueden ser meramente representativas. Basándose en las enseñanzas del presente documento, los expertos en la materia deberían apreciar que un aspecto desvelado en el presente documento puede implementarse independientemente de cualquier otro aspecto y que dos o más de estos aspectos pueden combinarse de diversas maneras. Por ejemplo, puede implementarse un aparato o puede ponerse en práctica un método usando cualquier número de los aspectos establecidos en el presente documento. Además, dicho aparato puede implementarse o dicho método puede ponerse en práctica usando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad, además de, o como alternativa a, uno o más de los aspectos establecidos en el presente documento. Un aspecto puede comprender uno o más elementos de una reivindicación.

Refiriéndose a los dibujos en detalle, en los que los números de referencia similares indican elementos similares de principio a fin, en las figuras 1-9 se muestra un sistema, indicado en general con el número de referencia 100, para detectar la localización de una fuente de luz, de acuerdo con aspectos a modo de ejemplo de la presente invención.

Un sistema de detección de disparos que puede identificar la localización espacial y/o el ángulo de elevación de los disparos puede ser útil en situaciones de guerra, por ejemplo, para identificar el ángulo acimutal y/o de elevación de un usuario de armas, tal como un francotirador. Como tal, es deseable tener un sistema de detección de disparos que sea de diseño simple, físicamente robusto, y que funcione de manera fiable en diversas condiciones, incluso en condiciones de guerra caóticas y/o condiciones climáticas inclementes.

Con el fin de maximizar la utilidad de un sistema de detección de disparos en un campo de batalla, por ejemplo, a la vez que se minimiza la probabilidad de que funcione mal, es deseable que el sistema de detección de disparos opere eficazmente sin depender de ningún paquete complicado de hardware y software. Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de detección de disparos que sea de diseño simple, económico y, preferentemente, de tamaño físicamente pequeño. Es más probable que un sistema de detección de disparos tan simple funcione de manera fiable en diversas condiciones ambientales, incluyendo un clima inclemente y condiciones de campo de batalla, que un sistema de detección de disparos que requiere sistemas de lentes caros (aumento/miniaturización), una cámara y/o complicados componentes y algoritmos de procesamiento de imágenes implementados por ordenador.

Además, un sistema de detección de disparos que comprende componentes simples que están fácilmente disponibles y/o que no requieren una personalización extensa es más fácil de mantener y reemplazar si funciona mal. Por lo tanto, el sistema de detección de disparos puede diseñarse no solo para que pueda llevarse y/o montarse en un accesorio o un artículo para la cabeza de una persona, tal como un casco, sino también para que pueda repararse y/o reemplazarse fácilmente si funciona mal.

Otra ventaja de tener un sistema de detección de disparos que está físicamente dimensionado para llevarse y/o montarse fácilmente en un accesorio, prenda o artículo para la cabeza de una persona, tal como un casco, es que una pluralidad de sensores pueden distribuirse entre y llevarse por muchos individuos, que pueden, independientemente unos de otros, detectar disparos. Además, puede montarse una pluralidad de sensores de detección de disparos en un artículo para la cabeza o prenda o accesorio de un solo individuo, estando cada sensor configurado para monitorizar un intervalo específico de ángulos acimutales de manera que la pluralidad de los sensores de detección de disparos puedan monitorizar colectivamente todo el intervalo de ángulos acimutales: desde 0° (norte) hasta 90° (este), 180° (sur), 270° (oeste) y hasta 360° (norte de nuevo), y ángulos de elevación

sobre el horizonte desde: 0° (en el horizonte) hasta 90° (en el cenit), hacia abajo a 0° (en el horizonte en la dirección opuesta) y por debajo del horizonte (hacia abajo) de 0° (en el horizonte) a - 90° (en el nadir), y desde el nadir hasta 0° (en el horizonte de nuevo).

Un sistema para detectar la localización de fuente de luz, tal como disparos, de acuerdo con la presente invención, en algunos aspectos, incluye un sensor que comprende una carcasa; una matriz de fotodetectores configurada para detectar la luz que entra en la carcasa a través de una abertura en un lado de la carcasa. En un aspecto, la abertura está configurada para exponer la matriz de fotodetectores a la luz procedente de una fuente de luz; y un procesador acoplado a la matriz de fotodetectores y configurado para detectar la posición, dirección y/o localización de la fuente de luz.

En referencia a las figuras 1 y 2, un sistema 100 para detectar la localización de la luz de acuerdo con un aspecto a modo de ejemplo de la presente invención incluye un sensor 10; teniendo el sensor 10 una carcasa 12; teniendo la carcasa 12 un lado delantero 14 y un lado trasero 16, en el que el lado trasero 16 es opuesto al lado delantero 14 y está separado del mismo. La carcasa 12 sirve como cubierta protectora para proteger los componentes del sensor 10 de ciertos impactos físicos, un clima inclemente o cualquier otra condición ambiental adversa. En un aspecto, la carcasa 12 es opaca.

En un aspecto, el sensor 10 incluye una matriz de fotodetectores 18 situada dentro de la carcasa 12 en el lado trasero 16 de la carcasa 12. En un aspecto, la matriz de fotodetectores 18 comprende dos o más fotodetectores 18a-18d. En un aspecto, cada fotodetector 18a-18d comprende un píxel. En un aspecto, cada fotodetector 18a-18d comprende una pluralidad de píxeles. En algunos aspectos, cada fotodetector 18a-18d comprende una pluralidad de fotocélulas y/o fotorresistencias. En un aspecto, la matriz de fotodetectores 18 comprende al menos dos píxeles. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 está configurada para recibir la luz que entra en la carcasa 12 del sensor 10 a través de la abertura 20 en el lado delantero 14 de la carcasa 12. En un aspecto, la matriz de fotodetectores 18 emite una señal que indica la detección de la luz procedente de una luz incidente que incide en uno o más fotodetectores 18a-18d. En un aspecto de la matriz de fotodetectores 18, los fotodetectores 18a-18b, mostrados en las figuras 2-6, están separados entre sí por un hueco 24.

En un aspecto, como se muestra en las figuras 2 y 4, el sensor 10 incluye una matriz de fotodetectores 18 que comprende una matriz de fotodetectores de dos por dos 18a-18d. En otro aspecto, como se muestra en la figura 4, el procesador 102 está acoplado a la matriz de fotodetectores 18. En un aspecto, la matriz de fotodetectores 18 puede tener cualquier forma adecuada, incluyendo una forma cuadrada y una forma rectangular. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 puede tener cualquier dimensión física adecuada. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 está configurada para producir una señal eléctrica en respuesta a la presencia o ausencia de radiación electromagnética incidente. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 está configurada para detectar una radiación electromagnética incidente en o adyacente a los intervalos de frecuencia ultravioleta, visible o infrarroja. En un aspecto, la matriz de fotodetectores 18 está configurada para producir un espectro de respuestas dependiendo de la frecuencia de la radiación electromagnética incidente. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 está configurada para ser más sensible a la radiación dentro de un cierto intervalo de frecuencias (por ejemplo, 400 THz a 790 THz o una longitud de onda de longitudes de onda de aproximadamente 900 nm a aproximadamente 1100 nm) sin producir una señal eléctrica correspondiente cuando se irradia con luz de un intervalo de frecuencias adyacente o remoto.

En un aspecto, el lado delantero 14 de la carcasa 12 tiene una ventana o una abertura 20 que se extiende a través del mismo y está configurado para recibir luz del entorno del sensor 10 y exponer al menos una parte del interior de la carcasa 12 a la luz recibida. Como se muestra en la figura 2, el lado trasero 16 define una pared en la que la matriz de fotodetectores 18 puede estar situada dentro de la carcasa 12. En otro aspecto, el procesador 102 analiza las señales de salida de la matriz de fotodetectores 18 y calcula los parámetros espaciales con el fin de detectar una fuente de luz, tal como disparos. En un aspecto, el procesador 102 puede acoplarse adicionalmente a una pantalla montada en la cabeza (HMD), un ordenador y/o una base de datos 104. El procesador 102, en algunos aspectos, se acopla a la pantalla montada en la cabeza (HMD), ordenador y/o base de datos 104 a través de uno o más cables. En otros aspectos, el procesador 102 está acoplado de manera inalámbrica a la pantalla montada en la cabeza (HMD), ordenador y/o base de datos 104.

En referencia a las figuras 1 y 2, en un aspecto, la carcasa 12 del sensor 10 está configurada para permitir la exposición de al menos una parte del interior de la carcasa 12 solo a la luz que entra en la carcasa 12 a través de la abertura 20, que se extiende a través del lado delantero 14 de la carcasa 12. En un aspecto, como se muestra en la figura 3, la carcasa 12 tiene un espesor T. En otro aspecto, la carcasa 12 tiene un espesor T configurado para ser lo suficientemente pequeño con respecto a la longitud o anchura D de la abertura 20 para permitir que la matriz de fotodetectores 18 quede expuesta a una mayor cantidad de la luz que entra en la carcasa 12 a través de la abertura 20. En un aspecto, la longitud o anchura D de la abertura 20 tiene un valor que es sustancialmente igual a la altura o anchura W de al menos uno de los fotodetectores cuadrados o rectangulares 18a-18d. En un aspecto, la abertura 20 está configurada para exponer la matriz de fotodetectores 18 situada en la pared trasera del lado trasero 16 dentro de la carcasa 12 a una luz incidente, resultante de una fuente tal como los disparos. Aunque la abertura 20, tal y como se muestra en las figuras 1 y 2, tiene forma cuadrada, puede usarse una abertura 20 de cualquier forma y/o

tamaño adecuado. En un aspecto, la abertura 20 tiene una longitud o anchura D. En otro aspecto, la abertura 20 tiene forma rectangular, de rendija, circular u otras formas preferidas.

En un aspecto, tal y como se muestra en los aspectos de las figuras 2 y 3, el centro de la abertura 20 está alineado simétricamente con el centro de la matriz de fotodetectores 18 situada dentro de la carcasa 12. En algunos aspectos, una ventaja de la disposición simétrica de la abertura 20 es que simplifica cualquier cálculo que pueda realizarse para revelar la orientación espacial (por ejemplo, acimut, dirección) y/o ángulo de elevación de la fuente de luz. En un aspecto, tal como se muestra en la figura 5, el sensor 10 incluye una cubierta de abertura 26 que cubre la abertura 20. En otro aspecto, la cubierta de abertura 26 está a ras de la abertura 20. En otro aspecto, la cubierta de abertura 26 está colocada dentro de la carcasa 12. En otro aspecto, la cubierta de abertura 26 está dispuesta en la abertura 20. En otro aspecto, la cubierta de abertura 26 se extiende a través del lado delantero 14 y la abertura 20. En un aspecto, la abertura 20 es una parte transparente de la carcasa 12.

En un aspecto, la cubierta de abertura 26 está configurada para permitir que la luz procedente de una fuente de luz pase a través de la abertura 20 sin distorsionar sustancialmente (por ejemplo, flexionando, aumentando o miniaturizando) la luz. En otro aspecto, la cubierta de abertura 26 está configurada para permitir que la luz pase a través de la abertura 20 con una distorsión (aumento o miniaturización) mínima de la luz. En otro aspecto, la cubierta de abertura 26 proporciona una protección adicional para los componentes del sensor 10 contra condiciones ambientales adversas, incluyendo un clima inclemente y partículas de polvo.

En un aspecto, la cubierta de abertura 26 está compuesta de un material transparente. En un aspecto, la cubierta de abertura 26 está compuesta de plástico, vidrio, cuarzo o cualquier otro material transparente o una combinación de los mismos. Sin embargo, puede usarse cualquier material adecuado que pueda permitir el paso de la luz a través del mismo con una distorsión (aumento o miniaturización) mínima de la luz. En algunos aspectos, el sensor 10 no tiene lente dentro de la abertura 20 o la carcasa 12. En un aspecto, la cubierta de abertura 26 disminuye el gasto y el peso del sensor 10. En otros aspectos, la cubierta 26 incluye una lente para aumentar o miniaturizar la luz incidente que entra en la abertura 20. En un aspecto, la cubierta 26 se usa para aumentar o miniaturizar la abertura de entrada de luz incidente 20 con el fin de modificar el intervalo de detección de fuente de luz.

En referencia a las figuras 2 y 4, en un aspecto, el sensor 10 incluye la matriz de fotodetectores 18. En un aspecto, el sensor 10 incluye una matriz de fotodetectores 18 que tiene una matriz de fotodetectores de dos por dos 18a-18d. En otro aspecto, al menos uno de los fotodetectores 18a-18b está dispuesto para iluminarse/activarse por una luz incidente que entra en el sensor 10 a través de la abertura 20. En un aspecto, cada fotodetector 18a-18d incluye al menos una fotocélula y/o fotorresistencia que está configurada para iluminarse/activarse por una parte de la luz incidente y para generar una señal de salida /lectura, que puede compararse con las señales de salida de otras fotocélulas y/o fotorresistencias activadas dentro de la matriz de fotodetectores 18 para proporcionar información sobre la orientación espacial (un acimut y/o una elevación) de la fuente de la luz incidente, por ejemplo, disparos.

En un aspecto, la abertura 20 es una distancia L de la matriz de fotodetectores 18. En un aspecto, la distancia L es igual a la anchura o longitud lateral W de un fotodetector 18a, 18b, 18c o 18d.

En un aspecto, cada fotodetector 18a-18d detecta si ha estado expuesto a la luz o no. En un aspecto, cada fotodetector 18a-18d comprende una fotocélula o fotorresistencia binaria. En un aspecto, una ventaja de que cada fotodetector 18a-18d comprenda una fotocélula o fotorresistencia binaria es que la simetría de la matriz de fotodetectores 18 simplifica cualquier cálculo requerido para comparar las señales de salida (lecturas de intensidad de luz) de las fotocélulas y/o fotorresistencias binarias constituyentes. Así, como se muestra en las figuras 6 y 8, diferentes ángulos (incidentes) de entrada de luz, cada uno representado por tres líneas paralelas en la figura 6, que entran en el sensor 10 a través de la abertura 20, llevan a la activación de diferentes zonas de la superficie de recepción de luz de la matriz de fotodetectores 18. Por consiguiente, mientras que la matriz de fotodetectores mostrada 18 comprende solo cuatro fotodetectores 18a-18d en una disposición de matriz de dos por dos, existen al menos catorce (14) estados potencialmente distinguibles de la matriz de fotodetectores 18, como se muestra en las figuras 8A-8N, dependiendo de si un conjunto de 0, 1, 2, 3 o 4 de los fotodetectores 18a-18d se activa por una luz incidente. Por ejemplo, en una matriz de fotodetectores de dos por dos 18a-18d, cuando ninguno de los fotodetectores 18a-18d está expuesto a la luz, el estado de la matriz de fotodetectores 18 se ilustra en la figura 8A. Cuando los cuatro fotodetectores 18a-18d están expuestos a la luz, como se muestra en la figura 8B, la luz incidente incide sobre todos los fotodetectores 18a-18d en un ángulo de elevación incidente de aproximadamente la normal al plano de las fotocélulas, o a lo largo del eje óptico central de sensor y/o la matriz de fotodetectores 18, indicando que la fuente de luz está directamente sobre el sensor 10. En otro ejemplo, si solo uno de los fotodetectores 18a-18d está expuesto a la luz, como se muestra en las figuras 8C-8F, la luz incidente incide sobre la superficie de la matriz de fotodetectores 18 en un ángulo de elevación incidente de aproximadamente 45° con respecto al plano de la matriz de fotodetectores 18 y se origina en una fuente de luz situada aproximadamente en la misma dirección que los fotodetectores 18a-18d situados en diagonal con respecto a uno de los fotodetectores 18a-18d que está expuesto a la luz. Dicho de otro modo, la fuente de luz está en un ángulo de elevación de aproximadamente 45° con respecto al plano de la matriz de fotodetectores 18 como se muestra en la figura 8G y está situada en un acimut de 135° con respecto al centro del borde superior del sensor 10 de la figura 8C, un acimut de 315° con respecto al centro del borde superior del sensor 10 de la figura 8D, en un acimut de 225° con respecto al centro del borde

superior del sensor 10 de la figura 8E, o en un acimut de 45° con respecto al centro del borde superior del sensor 10 de la figura 8F.

En otro ejemplo, si dos fotocélulas y/o fotorresistencias adyacentes 18a-18d están expuestas a la luz, como se muestra en las figuras 8H-8K, el ángulo de elevación de incidencia es de aproximadamente 67,5° con respecto al plano de la matriz de fotodetectores 18 como se muestra en la figura 8L y la fuente de luz está en la misma dirección que los fotodetectores opuestos 18a-18d. Dicho de otro modo, la fuente de luz está en un ángulo de elevación incidente de aproximadamente 67,5° con respecto al plano de la matriz de fotodetectores 18 y está situada en un acimut de 180° con respecto al plano del sensor 10 en el caso de la figura 8H, en un acimut de 90° con respecto al plano del sensor 10 en el caso de la figura 8I, en un acimut de 270° con respecto al plano del sensor 10 en el caso de la figura 8J, o en un acimut de 0° con respecto al plano del sensor 10 en el caso de la figura 8K. En otro ejemplo, si tres fotocélulas adyacentes 18 están expuestas a la luz, como se muestra en la figura 8M-8P, la luz incide sobre la matriz de fotodetectores 18 en un ángulo de elevación incidente superior a 67,5° pero inferior a 90° con respecto al plano de la matriz de fotodetectores 18 y la fuente de luz está situada en la misma dirección que los otros fotodetectores 18a-18d que no están expuestos a la luz. Dicho de otro modo, la fuente de luz está en un ángulo de elevación incidente entre 45° y 90° con respecto al plano de la matriz de fotodetectores 18 y está situada en un acimut de 135° con respecto al plano del sensor 10 en el caso de la figura 8M, en un acimut de 45° con respecto al plano del sensor 10 en el caso de la figura 8N, en un acimut de 315° con respecto al plano del sensor 10 en el caso de la figura 8O, o en un acimut de 225° con respecto al plano del sensor 10 en el caso de la figura 8P.

En algunos aspectos de la presente invención, los fotodetectores en las figuras 8A-8P pueden ser fotodetectores analógicos y pueden usarse cuando las cuatro células reciben algo de luz, de manera que puedan calcularse las relaciones para determinar ángulos precisos de la fuente de luz. Por ejemplo, en un aspecto de la presente invención, el sensor se usa principalmente como un sensor de dirección analógico. Este modo de operación corresponde a la situación en la que los cuatro cuadrantes reciben al menos una parte del punto de luz, como se ilustra en las figuras 8B, 8M, 8N, 8O y 8P. En un aspecto, se describen ejemplos de fotodetectores adecuados para su uso de acuerdo con la presente invención en la solicitud de patente de Estados Unidos número de serie 13/559.332, presentada el 26 de julio de 2012, titulada "Sensing Direction and Distance", que se incorpora por referencia al presente documento en su totalidad.

Pueden especificarse estados adicionales de la matriz de fotodetectores 18 basándose en un porcentaje de las diferentes zonas de la matriz de fotodetectores 18 que se activa por una luz incidente. Por consiguiente, potencialmente hay más de 14 estados del aspecto de la matriz de fotodetectores 18 que tiene una matriz de fotodetectores de dos por dos 18a-18d que pueden especificarse y usarse para especificar la localización/dirección/orientación espacial de la fuente de luz con un alto nivel de granularidad. Aunque el sensor 10 que se está ilustrando en el presente documento tiene una matriz de fotodetectores 18 que comprende una matriz de fotodetectores de dos por dos 18a-18d, el sensor 10 puede tener una matriz de fotodetectores 18 que comprende cualquier número de fotodetectores 18a-18d.

Por consiguiente, en un aspecto, el sensor 10 puede incluir una matriz de fotodetectores 18 que incluye una pluralidad de fotodetectores 18a-18d dispuestos en al menos dos filas. En otro aspecto, cada fila de fotodetectores 18a-18d puede disponerse en un solo plano. En un aspecto adicional, cada fila de fotodetectores 18a-18d incluye al menos dos fotodetectores. En otro aspecto, cada fila de fotodetectores 18a-18d incluye un número igual de fotodetectores. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 incluye una matriz en la que cada fila de fotocélulas y/o fotorresistencias 18a-18d incluye dos fotocélulas y/o fotorresistencias 18a-18d. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 incluye un número par de fotodetectores 18a-18d.

En un aspecto, como se muestra en las figuras 2-6, la matriz de fotodetectores 18 incluye una matriz en la que los fotodetectores 18a-18d están dispuestos en dos filas paralelas. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 incluye una matriz en la que los fotodetectores 18a-18d están separados entre sí por el hueco 24. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 incluye una matriz en la que los fotodetectores 18a-18d están dispuestos en relación paralela con el fin de formar una pluralidad de columnas paralelas y filas paralelas de fotodetectores 18a-18d. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 incluye al menos una o más filas de fotodetectores 18a-18d que tienen un número diferente de fotodetectores 18a-18d. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 incluye al menos uno de los fotodetectores 18a-18d separado de uno o más de otros fotodetectores adyacentes 18a-18d por el hueco 24. En otro aspecto, la matriz de fotodetectores 18 incluye uno o más fotodetectores 18a-18d que están en relación de contigüidad con uno o más fotodetectores adyacentes 18a-18d.

En un aspecto, la matriz de fotodetectores 18 es sensible a la recepción de la luz que entra en el sensor 10 a través de la abertura 20 para proporcionar una salida eléctrica representativa de la localización y/u orientación espacial de una luz incidente con respecto al plano de la matriz de fotodetectores 18.

En un aspecto de la matriz de fotodetectores 18, las señales de salida (lecturas de intensidad de luz) de una o más fotocélulas y/o fotorresistencias 18a-18d pueden asociarse de manera detectable a las posiciones relativas de la una o más fotocélulas y/o fotorresistencias 18a-18d dentro de la matriz de fotodetectores 18. En otro aspecto de la matriz de fotodetectores 18, las señales de salida (lecturas de intensidad de luz) de uno o más fotodetectores 18a-18d

pueden asociarse de manera detectable a las orientaciones relativas de uno o más fotodetectores 18a-18d dentro de la matriz de fotodetectores 18. En otro aspecto más de la matriz de fotodetectores 18, las señales de salida (lecturas de intensidad de luz) de uno o más fotodetectores 18a-18d pueden asociarse de manera detectable a las posiciones relativas de uno o más fotodetectores 18a-18d y las orientaciones espaciales de uno o más fotodetectores 18a-18d dentro de la matriz de fotodetectores 18.

Tal y como se muestra en las figuras 1 y 4, en un aspecto, el sistema 100 incluye un procesador 102 acoplado a la matriz de fotodetectores 18. En un aspecto, el procesador 102 sirve para realizar los cálculos necesarios usando la información recibida de la matriz de fotodetectores 18 para proporcionar una señal de salida representativa del acimut y/o ángulo de elevación de la luz incidente con respecto al plano del sensor 10. En un aspecto, el procesador 102 está configurado para detectar la fuente de luz sobre la base de la variación en las lecturas de intensidad de luz detectadas en una o más zonas de la matriz de fotodetectores 18 que se iluminan/activan por un sensor de entrada de luz 10 a través de la abertura 20. En otro aspecto, el procesador de señal 102 está configurado para responder a las señales de salida de la matriz de fotodetectores 18 y para evaluar las señales de salida de la matriz de fotodetectores 18 y para calcular el acimut y/o el ángulo de elevación de la luz incidente con respecto al plano del sensor 10. En un aspecto, las señales de salida de la matriz de fotodetectores 18 comprenden lecturas de intensidad de luz. En otro aspecto, el procesador 102 evalúa las lecturas de intensidad de luz de la matriz de fotodetectores 18 y calcula la dirección azimutal y/o el ángulo de elevación de la luz incidente a partir de las relaciones de las lecturas de intensidad de luz de la matriz de fotodetectores 18.

En referencia a las figuras 6 y 7, el acimut y el ángulo de elevación definen, en general, una posición aparente de un objeto en el cielo, con respecto a un punto de observación específico (el sensor 10 en el presente instante). El observador 30 en la figura 7, en este caso usando el sensor 10, habitualmente está (pero no necesita estar) situado en la superficie de la tierra. Habitualmente, el acimut es el rumbo de la brújula, con respecto al norte (geográfico) verdadero, de un punto en el horizonte directamente por debajo de un objeto observado (por ejemplo, disparos). El horizonte se define convencionalmente como un círculo imaginario centrado en el observador 30 (o el sensor 10), equidistante del cenit (punto directamente encima de la cabeza) y el nadir (punto exactamente opuesto al cenit). Los rumbos de la brújula se miden habitualmente en el sentido de las agujas del reloj en grados desde el norte. Los ángulos acimutales pueden variar, por lo tanto, de 0 grados (norte) a 90 (este), 180 (sur), 270 (oeste) y hasta 360 (norte de nuevo).

En algunos aspectos, un ángulo de elevación, o una altitud, de un objeto observado (por ejemplo, disparos), tal como lo entenderían los expertos en la materia, podría determinarse encontrando el rumbo de la brújula en el horizonte con respecto al norte verdadero (norte geográfico) y, a continuación, midiendo el ángulo entre ese punto y el objeto, desde el marco de referencia del observador (el sistema de detección de disparos 10). Los ángulos de elevación para objetos (por ejemplo, disparos) sobre el horizonte pueden variar de 0 (en el horizonte) hasta 90 grados (en el cenit). A veces, el intervalo de la coordenada de elevación se extiende hacia abajo desde el horizonte hasta -90 grados (el nadir). Esto puede ser útil cuando el observador 30 (o el sensor 10) está situado a cierta distancia por encima de la superficie de la tierra, tal como en un avión durante un vuelo.

Una dirección azimutal y un ángulo de elevación de la fuente de luz, tal como disparos, pueden calcularse sobre la base de lecturas de intensidad de luz de las fotocélulas 18 de la siguiente manera.

Como se muestra en la figura 7, una pluralidad de sensores 10 pueden montarse a un lado de un casco de infantería 28, o cualquier otro artículo para la cabeza. Que el sensor 10 pueda montarse a un lado del casco de infantería 28 es especialmente ventajoso, debido a que cada soldado puede tener sus propios sensores portátiles 10. De igual manera, cuando se acopla al casco de infantería 28, el sensor 10 puede usarse para identificar la fuente de una única fuente de luz 360° tanto en acimut como en elevación con respecto al marco de referencia del casco y visualizar información que atraerá al usuario al origen de la fuente de luz. El marco de referencia del casco puede relacionarse con el marco de referencia de la tierra a través del uso de un rastreador de casco de tierra.

Tal y como se ilustra en la figura 7, en un aspecto, los sensores 10 pueden acoplarse al rastreador de casco 32 para expandir el intervalo de capacidades del rastreador de casco 32 más allá de solo estimar y predecir la posición y la orientación del casco 28. En otro aspecto, una pluralidad de sensores 10 pueden acoplarse al rastreador de casco 32 para ampliar el intervalo de visión y ayudar a precisar la dirección o localización de la fuente de luz, tal como un fuego hostil. En un aspecto, el rastreador de casco 32 comprende un procesador y un sistema de posicionamiento global (GPS). En un aspecto, dos o más sensores 10 se colocan alrededor de diferentes posiciones radiales en el casco 28. En un aspecto, el sensor 10 y el procesador 102 y/o el ordenador o base de datos 104 están montados en el casco 28. En otro aspecto, el procesador 102 y/o el ordenador o base de datos 104 se encuentran situados de forma remota. En un aspecto, en las patentes de Estados Unidos números 5.645.077 y 7.301.648 se describen ejemplos de un rastreador de casco 32 adecuado para su uso de acuerdo con la presente invención.

En un aspecto, el procesador 102 y/o el ordenador o base de datos 104 incluyen uno o más ordenadores que tienen uno o más procesadores y memorias (por ejemplo, uno o más dispositivos de almacenamiento no volátiles). En algunos aspectos, una memoria o un medio de almacenamiento legible por ordenador de la memoria almacena programas, módulos y estructuras de datos, o un subconjunto de los mismos para que un procesador controle y

ejecute los diversos sistemas y métodos desvelados en el presente documento. En un aspecto, un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio ha almacenado en su interior instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando se ejecutan por un procesador, realizan uno o más de los métodos desvelados en el presente documento.

Haciendo referencia a la figura 9, en un aspecto, el sensor 10 puede acoplarse al casco 28 y usarse para detectar la orientación del casco 28 con respecto a un objeto. En un aspecto, el objeto es un vehículo. En un aspecto, el objeto es la cabina de un avión. En un aspecto, el sensor 10 puede acoplarse a una carcasa 34 que aloja un procesador 102 (mostrado en la figura 1) y una base de datos 104 (mostrada en la figura 1) a través del cableado 42. En un aspecto, una o más fuentes de luz 38 (tales como un diodo emisor de luz) se montan en una localización fija y predeterminada en una cabina 40 de un vehículo o una aeronave (mostrada esquemáticamente).

En un aspecto, la fuente de luz 38 es un diodo emisor de luz. En un aspecto, la fuente de luz 38 tiene una longitud de onda en un intervalo de entre aproximadamente 950 nm y aproximadamente 1100 nm. En un aspecto, la fuente de luz 38 es un diodo emisor de luz configurado para transmitir un haz de luz hacia el sensor 10. En un aspecto, el sensor 10 mide el haz de luz y emite una señal acimutal/de elevación al procesador 102. En un aspecto, el sensor 10 genera una señal acimutal/de elevación basada en las relaciones de las lecturas de intensidad de luz de la matriz de fotodetectores 18 que comprende una pluralidad de fotodetectores 18a-18d en el sensor 10. En otro aspecto, cada fotodetector 18a-18d genera una tensión correlacionada con la intensidad de la luz incidente sobre su superficie. En un aspecto adicional, un procesador convierte cada tensión en un número digital y, a continuación, calcula las relaciones de intensidad de luz a partir del mismo. En un aspecto, una pluralidad de sensores 10 pueden montarse en el casco 28 y configurarse para emitir una pluralidad de señales acimutales/de elevación al procesador 102. En un aspecto, el procesador 102 recibe la señal acimutal/de elevación del sensor 10 y calcula la orientación del casco 28 con respecto al diodo emisor de luz 38 basándose en el ángulo de la luz incidente, procedente de la fuente de luz 38 (por ejemplo, un diodo emisor de luz) tal como lo mide el sensor 10.

En un aspecto, el procesador 102 calcula la orientación del casco 28 con respecto al objeto en el que está montada la fuente de luz 38 calculando en primer lugar el ángulo acimutal y el ángulo de elevación de la fuente de luz 38 (tal como un diodo emisor de luz) basándose en la señal acimutal/de elevación recibida del sensor 10. En un aspecto, el procesador 102 compara, a continuación, el ángulo acimutal medido y el ángulo de elevación medido con un ángulo acimutal predeterminado y un ángulo de elevación predeterminado almacenado en la base de datos 104. En un aspecto, el ángulo acimutal y el ángulo de elevación predeterminados corresponden a la localización de la fuente de luz 38 (tal como un diodo emisor de luz) cuando el casco 28 apunta hacia delante en la cabina 40. Basándose en la diferencia entre el acimut y el ángulo de elevación medidos en comparación con el ángulo acimutal y el ángulo de elevación almacenados, el procesador 102 calcula una nueva orientación del casco 28 con respecto a la fuente de luz 38 (tal como un diodo emisor de luz). En un aspecto, en las patentes de Estados Unidos números 6.409.687 y 7.000.469 se describen ejemplos de un sistema de rastreo de movimiento y unos métodos para usar el mismo que son adecuados para su uso de acuerdo con aspectos a modo de ejemplo de la presente invención.

Un sistema para detectar una fuente de luz de acuerdo con la presente invención puede configurarse ventajosamente para su uso en un campo de batalla o en cualquier situación de fuego hostil. Para una aplicación militarista, el sistema para detectar una fuente de luz puede usarse ventajosamente por un soldado de infantería para detectar la presencia y/o el paradero de un fuego hostil, tal como disparos hostiles, y usar el conocimiento del rumbo de la localización del fuego hostil detectado para contrarrestar el peligro que representa el fuego hostil. La fuente de luz que puede detectarse por el sistema para detectar una fuente de luz incluye un fogonazo. El sistema para detectar una fuente de luz es versátil debido a que puede dimensionarse para que sea relativamente pequeño y portátil en un artículo para la cabeza o en cualquier parte adecuada del cuerpo de un usuario, por ejemplo, un soldado. Por otra parte, el sistema para detectar una fuente de luz puede acoplarse a un casco de infantería y usarse para identificar la fuente de una única fuente de luz 360° tanto en acimut como en elevación con respecto al marco de referencia del casco. De manera significativa, el acimut y la elevación de la fuente de luz pueden visualizarse en un formato utilizable para alertar al usuario del casco de infantería sobre el origen de la fuente de luz. Además, el marco de referencia del casco puede relacionarse con el marco de referencia de la tierra a través del uso de un rastreador de casco de tierra.

La figura 10 ilustra un diagrama de flujo a modo de ejemplo de un método 1000 para rastrear una orientación de un primer objeto de acuerdo con aspectos de la presente invención. Tal y como se muestra en la figura 10, en el bloque 1002, emitir una luz a través de un dispositivo de emisión de luz situado con respecto a un segundo objeto en una posición predeterminada fija.

En el bloque 1004, detectar, a través de un sensor que tiene una matriz de fotodetectores, la luz emitida por el dispositivo de emisión de luz, montándose la matriz de fotodetectores en el primer objeto.

En el bloque 1006, determinar, a través de un procesador acoplado a la matriz de fotodetectores, la orientación del primer objeto con respecto al segundo objeto basándose en un ángulo de la luz detectada por la matriz de fotodetectores procedente del dispositivo de emisión de luz.

La figura 11 ilustra un diagrama de flujo a modo de ejemplo de un método 1100 para detectar una dirección desde un objeto a una primera fuente de luz de acuerdo con aspectos de la presente invención. Tal y como se muestra en la figura 11, en el bloque 1102, detectar, a través de un sensor óptico montado con una orientación predeterminada en el objeto, la primera fuente de luz.

En el bloque 1104, medir, a través del sensor óptico, la dirección hacia la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico.

En el bloque 1106, transformar, a través de un procesador, la dirección de la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico en una dirección con respecto al objeto usando la orientación predeterminada del sensor óptico en el objeto.

Los aspectos de la presente invención pueden implementarse usando hardware, software, o una combinación de los mismos, y pueden implementarse en uno o más sistemas informáticos u otros sistemas de procesamiento. En una variación, aspectos de la invención están dirigidos hacia uno o más sistemas informáticos capaces de realizar la funcionalidad descrita en el presente documento. Un ejemplo de dicho sistema informático 700 se muestra en la figura 12.

El sistema informático 700 incluye uno o más procesadores, tales como el procesador 704. El procesador 704 está conectado a una infraestructura de comunicación 706 (por ejemplo, un bus de comunicaciones, una barra cruzada o una red). Se describen diversos aspectos de software en términos de este sistema informático a modo de ejemplo. Después de leer la presente descripción, será evidente para los expertos en la o las técnicas relevantes cómo implementar aspectos de la invención usando otros sistemas y/o arquitecturas informáticas.

El sistema informático 700 puede incluir una interfaz de pantalla 702 que reenvía gráficas, texto y otros datos desde la infraestructura de comunicación 706 (o desde una memoria intermedia de trama no mostrada) para visualizar en una unidad de visualización 730. El sistema informático 700 también incluye una memoria principal 708, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), y también puede incluir una memoria secundaria 710. La memoria secundaria 710 puede incluir, por ejemplo, una unidad de disco duro 712 y/o un dispositivo de almacenamiento extraíble 714, representando una unidad de disquete, una unidad de cinta magnética, una unidad de disco óptico, etc. El dispositivo de almacenamiento extraíble 714 lee desde y escribe en una unidad de almacenamiento extraíble 718 de una manera bien conocida. La unidad de almacenamiento extraíble 718 representa un disquete, una cinta magnética, una unidad USB, un disco óptico, etc., que se lee por y escribe en el dispositivo de almacenamiento extraíble 714. Como podrá apreciarse, la unidad de almacenamiento extraíble 718 incluye un medio de almacenamiento utilizable por ordenador que tiene almacenado en el mismo software y/o datos informáticos.

En variaciones alternativas, la memoria secundaria 710 puede incluir otros dispositivos similares para permitir que se carguen programas informáticos u otras instrucciones en el sistema informático 700. Dichos dispositivos pueden incluir, por ejemplo, una unidad de almacenamiento extraíble 722 y una interfaz 720. Ejemplos de estos pueden incluir un cartucho de programa y una interfaz de cartucho (tal como la que se encuentra en los dispositivos de videojuegos), un chip de memoria extraíble (tal como una memoria de solo lectura programable borrable (EPROM) o una memoria de solo lectura programable (PROM)) y el conector asociado, y otras unidades de almacenamiento extraíbles 722 e interfaces 720, que permiten transferir software y datos desde la unidad de almacenamiento extraíble 722 al sistema informático 700.

El sistema informático 700 también puede incluir una interfaz de comunicaciones 724. La interfaz de comunicaciones 724 permite transferir software y datos entre el sistema informático 700 y los dispositivos externos. Los ejemplos de la interfaz de comunicaciones 724 pueden incluir un módem, una interfaz de red (tal como una tarjeta Ethernet), un puerto de comunicaciones, una ranura y una tarjeta de la asociación internacional de tarjetas de memoria para ordenadores personales (PCMCIA), etc. El software y los datos transferidos a través de la interfaz de comunicaciones 724 están en forma de señales, que pueden ser señales electrónicas, electromagnéticas, ópticas u otras señales capaces de recibirse por la interfaz de comunicaciones 724. Estas señales se proporcionan a la interfaz de comunicaciones 724 a través de una ruta de comunicaciones (por ejemplo, un canal) 726. Esta ruta 726 transporta señales y puede implementarse usando alambre o cable, fibra óptica, una línea telefónica, un enlace celular, un enlace de radiofrecuencia (RF) y/u otros canales de comunicación. En el presente documento, las expresiones "medio de programa informático", "medio utilizable por ordenador" y "medio legible por ordenador" se usan para referirse, en general, a medios tales como el dispositivo de almacenamiento extraíble 714, un disco duro instalado en la unidad de disco duro 712 y señales. Estos productos de programas informáticos proporcionan software al sistema informático 700. Los aspectos de la invención están dirigidos a dichos productos de programas informáticos.

Los programas informáticos (también denominados lógicas de control informático) se almacenan en la memoria principal 708 y/o la memoria secundaria 710. Los programas informáticos también pueden recibirse a través de la interfaz de comunicaciones 724. Tales programas informáticos, cuando se ejecutan, permiten que el sistema informático 700 realice las características de acuerdo con los aspectos de la presente invención, como se expone en el presente documento. En concreto, los programas informáticos, cuando se ejecutan, permiten que el procesador

704 realice tales características. Por consiguiente, dichos programas informáticos representan controladores del sistema informático 700.

En una variación donde los aspectos de la invención se implementan utilizando software, el software puede almacenarse en un producto de programa informático y cargarse en el sistema informático 700 usando el dispositivo de almacenamiento extraíble 714, la unidad de disco duro 712 o la interfaz de comunicaciones 720. La lógica de control (software), cuando se ejecuta por el procesador 704, hace que el procesador 704 realice las funciones como se describe en el presente documento. En otra variación, se implementan aspectos de la invención, principalmente en hardware, usando, por ejemplo, componentes de hardware, tales como los circuitos integrados de aplicación específica (ASIC). La implementación de la máquina de estado de hardware con el fin de realizar las funciones descritas en el presente documento será evidente para los expertos en la o las técnicas relevantes.

En otra variación más, se implementan aspectos de la invención usando una combinación de hardware y software.

Aunque se han descrito aspectos de la presente invención en relación con las implementaciones preferidas, los expertos en la materia entenderán que las variaciones y modificaciones descritas anteriormente pueden realizarse sin alejarse del alcance de la misma. Otros aspectos serán evidentes para los expertos en la materia a partir de la consideración de la memoria descriptiva o de la puesta en práctica de los aspectos de la invención desvelados en el presente documento.

Los expertos en la materia apreciarán que podrían realizarse cambios en los aspectos a modo de ejemplo mostrados y descritos anteriormente sin alejarse del amplio concepto inventivo de los mismos. Se entiende, por lo tanto, que la presente invención no se limita a los aspectos a modo de ejemplo mostrados y descritos, sino que se pretenden cubrir las modificaciones dentro del alcance de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones. Por ejemplo, las características específicas de los aspectos a modo de ejemplo pueden o no ser parte de la invención reivindicada y pueden combinarse las características de los aspectos desvelados.

Debe entenderse que al menos algunas de las figuras y descripciones de la invención se han simplificado para centrarse en los elementos que son relevantes para una comprensión clara de la invención, a la vez que se eliminan, con fines aclaratorios, otros elementos que los expertos en la materia apreciarán que también pueden comprender una parte de la invención. Sin embargo, debido a que tales elementos son bien conocidos en la técnica y debido a que no necesariamente facilitan una mejor comprensión de la invención, no se proporciona una descripción de tales elementos en el presente documento.

Además, en la medida en que el método no se basa en el orden específico de etapas establecido en el presente documento, el orden específico de las etapas no debe interpretarse como una limitación de las reivindicaciones. Las reivindicaciones dirigidas al método de la presente invención no deben limitarse a la realización de sus etapas en el orden escrito, y los expertos en la materia pueden apreciar fácilmente que las etapas pueden variar y aún permanecer dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para rastrear una orientación de un primer objeto (28), comprendiendo el sistema:

un dispositivo de emisión de luz (38) situado con respecto a un segundo objeto (40) en una posición predeterminada fija;
un sensor (10), que tiene una matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), que está configurada para recibir la luz incidente emitida por el dispositivo de emisión de luz (38), estando la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) montada en el primer objeto (28); y
un procesador (102) acoplado a la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), estando el procesador (102) configurado para determinar la orientación del primer objeto (28) con respecto al segundo objeto (40), basándose en un ángulo de la luz incidente detectada por la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), procedente del dispositivo de emisión de luz (38), en donde el sensor (10) incluye:

una carcasa (12), que tiene un primer lado (14) y un segundo lado (16), siendo el segundo lado (16) opuesto al primer lado (14) y estando separado del mismo, estando situada la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) próxima al segundo lado (16) dentro de la carcasa (12); y
una abertura (20), que se extiende a través del primer lado (14) de la carcasa y que está configurada para exponer los cuatro fotodetectores (18a-d) de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) a una luz incidente, procedente del dispositivo de emisión de luz (38),
en donde cada uno de los cuatro fotodetectores (18a-d) tiene forma cuadrada, y en donde la abertura (20) tiene la misma forma cuadrada y dimensiones que cada fotodetector, y en donde la abertura (20) está separada de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) por una distancia igual a la anchura o a la longitud de la forma cuadrada de cada fotodetector; y

en donde el procesador (102) está configurado para detectar un ángulo de incidencia de una fuente de luz, basándose en las lecturas de intensidad de luz detectadas en una o más zonas de una superficie de recepción de luz de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) que son iluminados por la luz que entra en el sensor (10) a través de la abertura (20).

2. El sistema (100) de la reivindicación 1, en el que el procesador (102) está configurado para calcular aritméticamente al menos uno de: una dirección acimutal medida y un ángulo de elevación medido de la luz incidente, procedente del dispositivo de emisión de luz (38) para determinar una posición medida del dispositivo de emisión de luz (38).

3. El sistema (100) de la reivindicación 2, en el que el procesador (102) está configurado para calcular aritméticamente al menos uno de: la dirección acimutal medida y el ángulo de elevación medido de la luz incidente, procedente del dispositivo de emisión de luz (38), basándose en las relaciones de las lecturas de intensidad de luz de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18).

4. El sistema (100) de la reivindicación 2, en el que el procesador (102) está configurado para almacenar la posición predeterminada del dispositivo de emisión de luz (38) en la memoria, incluyendo la posición predeterminada del dispositivo de emisión de luz (38), una dirección azimutal predeterminada, y un ángulo de elevación predeterminado, estando el procesador (102) configurado para determinar una diferencia entre el al menos uno de: la dirección acimutal medida y el ángulo de elevación medido de la luz incidente, procedente del dispositivo de emisión de luz (38) con al menos uno de: la dirección acimutal predeterminada y el ángulo de elevación predeterminado, y calculando el procesador (102) la orientación del objeto (28), basándose en la diferencia.

5. El sistema (100) de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de emisión de luz (38) está montado dentro de un vehículo o cabina (40).

6. El sistema (100) de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de emisión de luz (38) es un diodo emisor de luz.

7. El sistema (100) de la reivindicación 1, en el que el primer objeto (28) es un casco.

8. Un sistema (100) para detectar una dirección desde un objeto (28) a una primera fuente de luz, comprendiendo el sistema:

un sensor óptico (10), montado con una orientación predeterminada en el objeto (28), estando el sensor óptico (10) configurado para detectar la primera fuente de luz (38) y para medir la dirección hacia la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico (10); y
un procesador (102), configurado para transformar la dirección de la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico (10) en una dirección con respecto al objeto (28), usando la orientación predeterminada del sensor óptico (10) en el objeto (28),
incluyendo el sensor óptico (10):

una carcasa (12), que tiene un primer lado (14) y un segundo lado (16), siendo el segundo lado (16) opuesto al primer lado (14) y estando separado del mismo, una matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), que está situada próxima al segundo lado (16) dentro de la carcasa (12); y
una abertura (20), que se extiende a través del primer lado (14) de la carcasa (12), y que está configurada para exponer los cuatro fotodetectores (18a-d) de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) a una luz incidente, procedente de la primera fuente de luz,
en donde cada uno de los cuatro fotodetectores (18a-d) tiene forma cuadrada, y en donde la abertura (20) tiene la misma forma cuadrada y dimensiones que cada fotodetector, y en donde la abertura (20) está separada de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) por una distancia igual a la anchura o a la longitud de la forma cuadrada de cada fotodetector; y

en donde el procesador (102) está configurado para determinar la dirección hacia la primera fuente de luz, basándose en las lecturas de intensidad de luz detectadas en una o más zonas de una superficie de recepción de luz de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), que son iluminados por la luz procedente de la primera fuente de luz que entra en el sensor (10) a través de la abertura (20).

9. El sistema (100) de la reivindicación 8, en el que la primera fuente de luz es un disparo o un fogonazo.

10. Un método para rastrear una orientación de un primer objeto (28), comprendiendo el método:

emitir una luz a través de un dispositivo de emisión de luz (38), situado con respecto a un segundo objeto (40) en una posición predeterminada fija;
detectar, a través de un sensor (10) que tiene una matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), la luz emitida por el dispositivo de emisión de luz (38), estando la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) montada en el primer objeto (28); y
determinar, a través de un procesador (102) acoplado a la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), la orientación del primer objeto (28) con respecto al segundo objeto (40), basándose en un ángulo de la luz detectada por la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), procedente del dispositivo de emisión de luz (38),
incluyendo el sensor (10):

una carcasa (12), que tiene un primer lado (14) y un segundo lado (16), siendo el segundo lado (16) opuesto al primer lado (14) y estando separado del mismo, estando situada la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) próxima al segundo lado (16) dentro de la carcasa (12); y
una abertura (20), que se extiende a través del primer lado (14) de la carcasa, y que está configurada para exponer los cuatro fotodetectores (18a-d) de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) a una luz incidente, procedente del dispositivo de emisión de luz (38),
en donde cada uno de los cuatro fotodetectores (18a-d) tiene forma cuadrada, y en donde la abertura (20) tiene la misma forma cuadrada y dimensiones que cada fotodetector, y en donde la abertura (20) está separada de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) por una distancia igual a la anchura o a la longitud de la forma cuadrada de cada fotodetector; y

determinar, a través del procesador (102), el ángulo de la luz incidente basándose en las lecturas de intensidad de luz detectadas en una o más zonas de una superficie de recepción de luz de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), que son iluminados por la luz procedente del dispositivo de emisión de luz (38), que entra en el sensor (10) a través de la abertura (20).

11. Un método para detectar una dirección desde un objeto (28) a una primera fuente de luz, comprendiendo el método:

detectar, a través de un sensor óptico (10), montado con una orientación predeterminada en el objeto (28), la primera fuente de luz;
medir, a través del sensor óptico (10), la dirección hacia la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico (10); y
transformar, a través de un procesador (102), la dirección de la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico (10) en una dirección con respecto al objeto (28), usando la orientación predeterminada del sensor óptico (10) en el objeto (28),
incluyendo el sensor óptico (10):

una carcasa (12), que tiene un primer lado (14) y un segundo lado (16), siendo el segundo lado (16) opuesto al primer lado (14) y estando separado del mismo, estando situada una matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) próxima al segundo lado (16) dentro de la carcasa (12); y
una abertura (20), que se extiende a través del primer lado (14) de la carcasa (12) y que está configurada para exponer los cuatro fotodetectores (18a-d) de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) a una luz incidente, procedente de la primera fuente de luz,
en donde cada uno de los cuatro fotodetectores (18a-d) tiene forma cuadrada, y en donde la abertura (20)

tiene la misma forma cuadrada y dimensiones que cada fotodetector, y en donde la abertura (20) está separada de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18) por una distancia igual a la anchura o a la longitud de la forma cuadrada de cada fotodetector; y

determinar, a través del procesador (102), la dirección hacia la primera fuente de luz, basándose en las lecturas de intensidad de luz detectadas en una o más zonas de una superficie de recepción de luz de la matriz cuadrada de fotodetectores de dos por dos (18), que son iluminados por la luz de la primera fuente de luz que entra en el sensor (10) a través de la abertura (20).

12. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador no transitorio que tiene una lógica de control almacenada en el mismo para hacer que el sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 7 ejecute las etapas del método de la reivindicación 10, o para hacer que el sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 - 9 ejecute las etapas del método de la reivindicación 11.

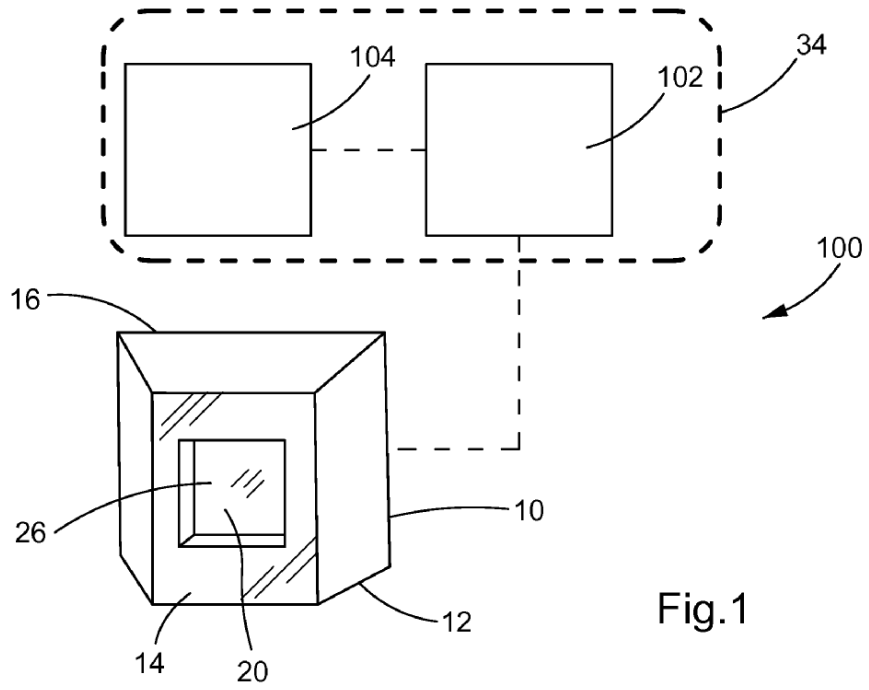
104
102
34
100
16
26
10
12
14
20

Fig.1

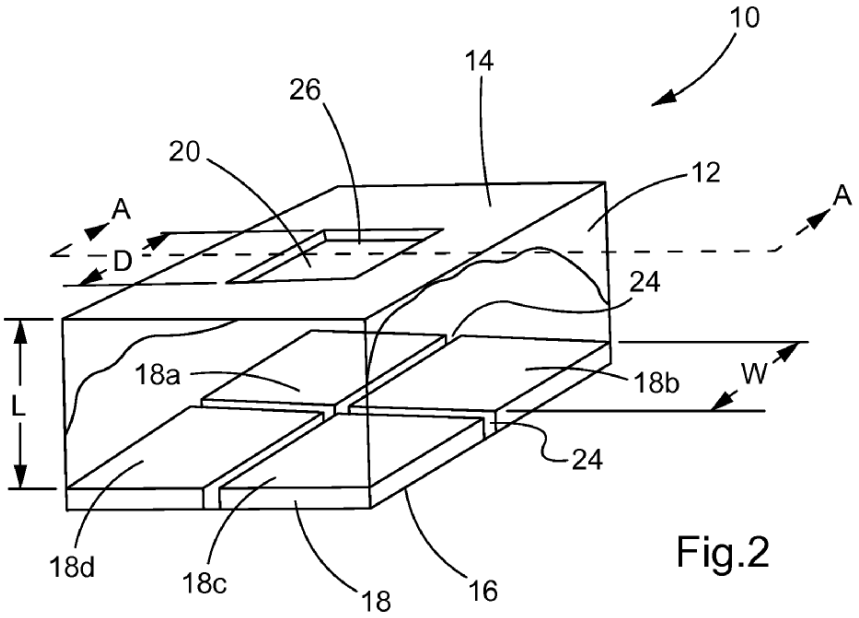
10
14
26
20
12
A
A
D
24
18a
18b
W
L
24
18d
18c
18
16

Fig.2

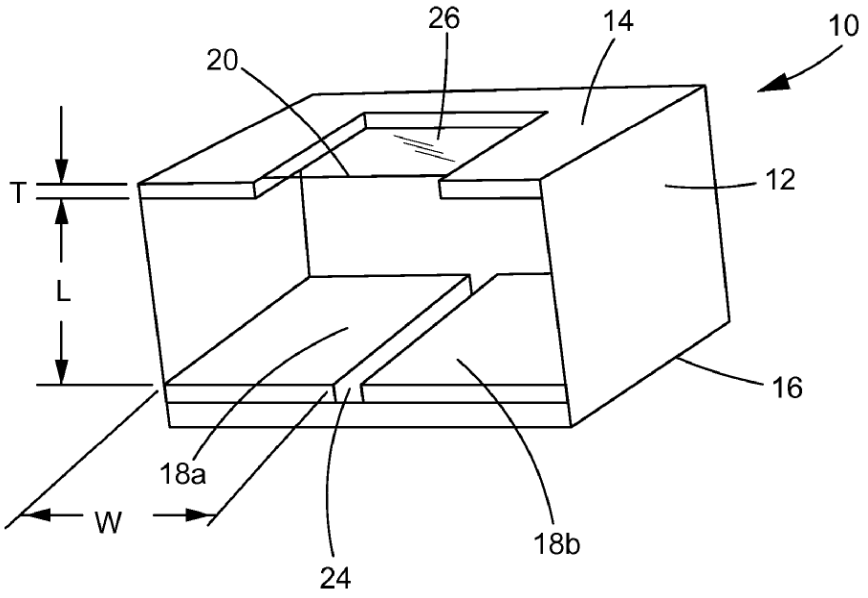

Fig.3

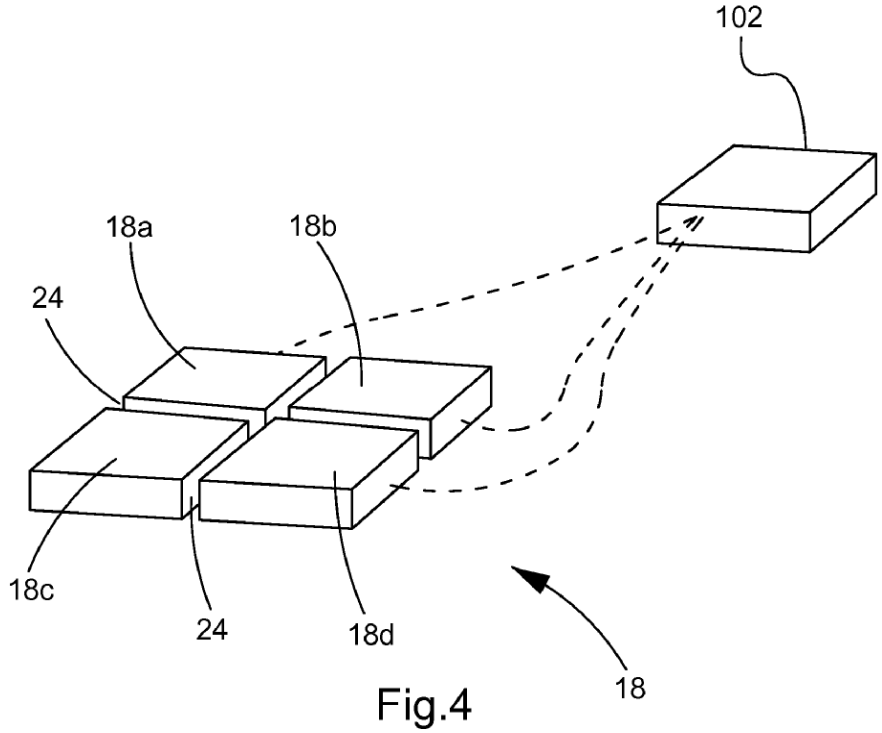

Fig.4

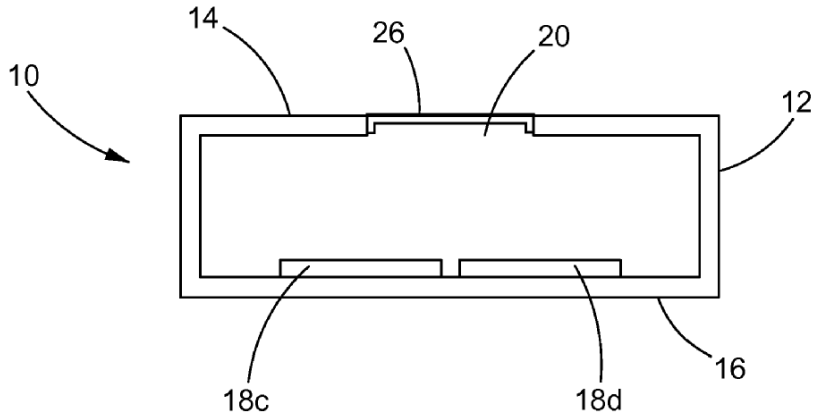

Fig.5

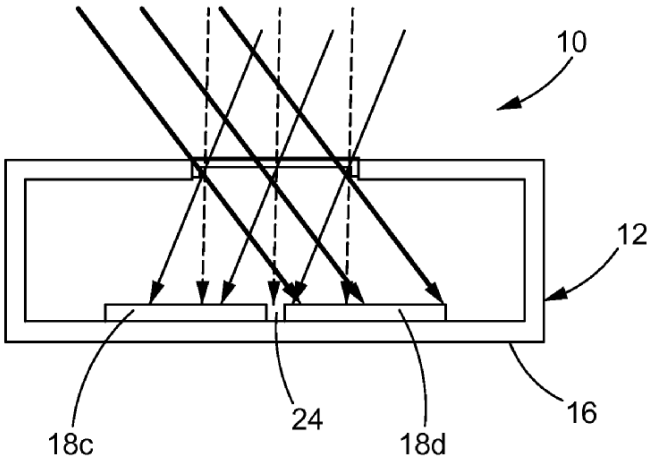

Fig.6

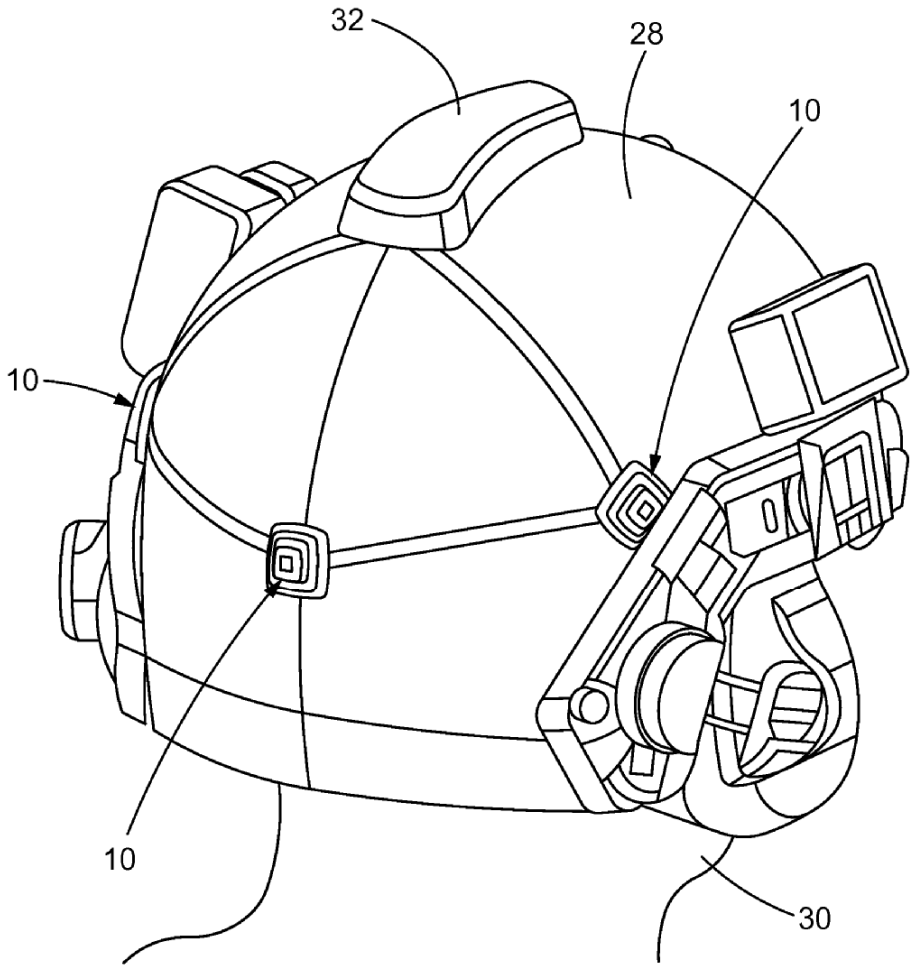

Fig.7

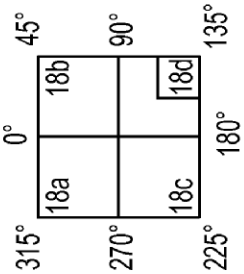

Fig.8A

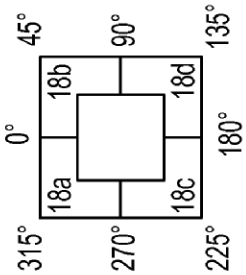

Fig.8B

Fig.8C

Fig.8D

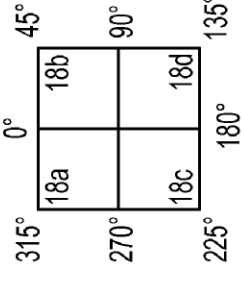

Fig.8E

Fig.8F

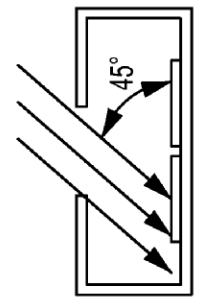

Fig.8G

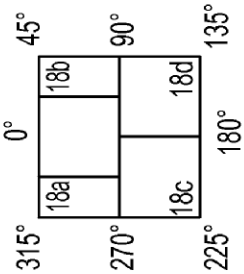

Fig.8H

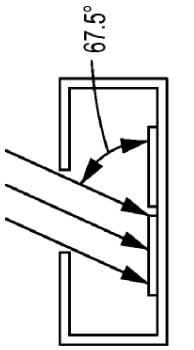

Fig.8L

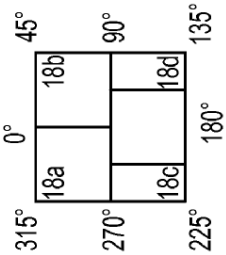

Fig.8K

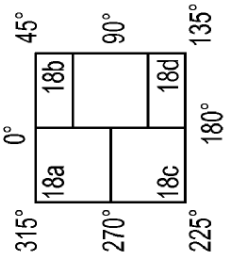

Fig.8J

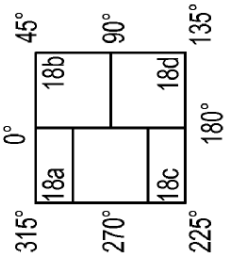

Fig.8I

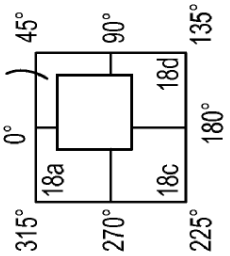

Fig.8P

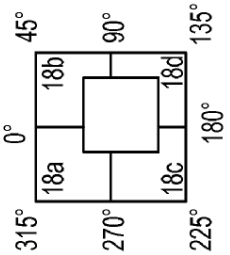

Fig.8O

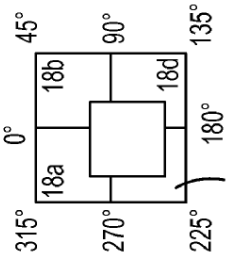

Fig.8N

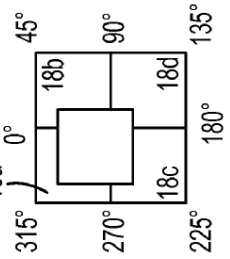

Fig.8M

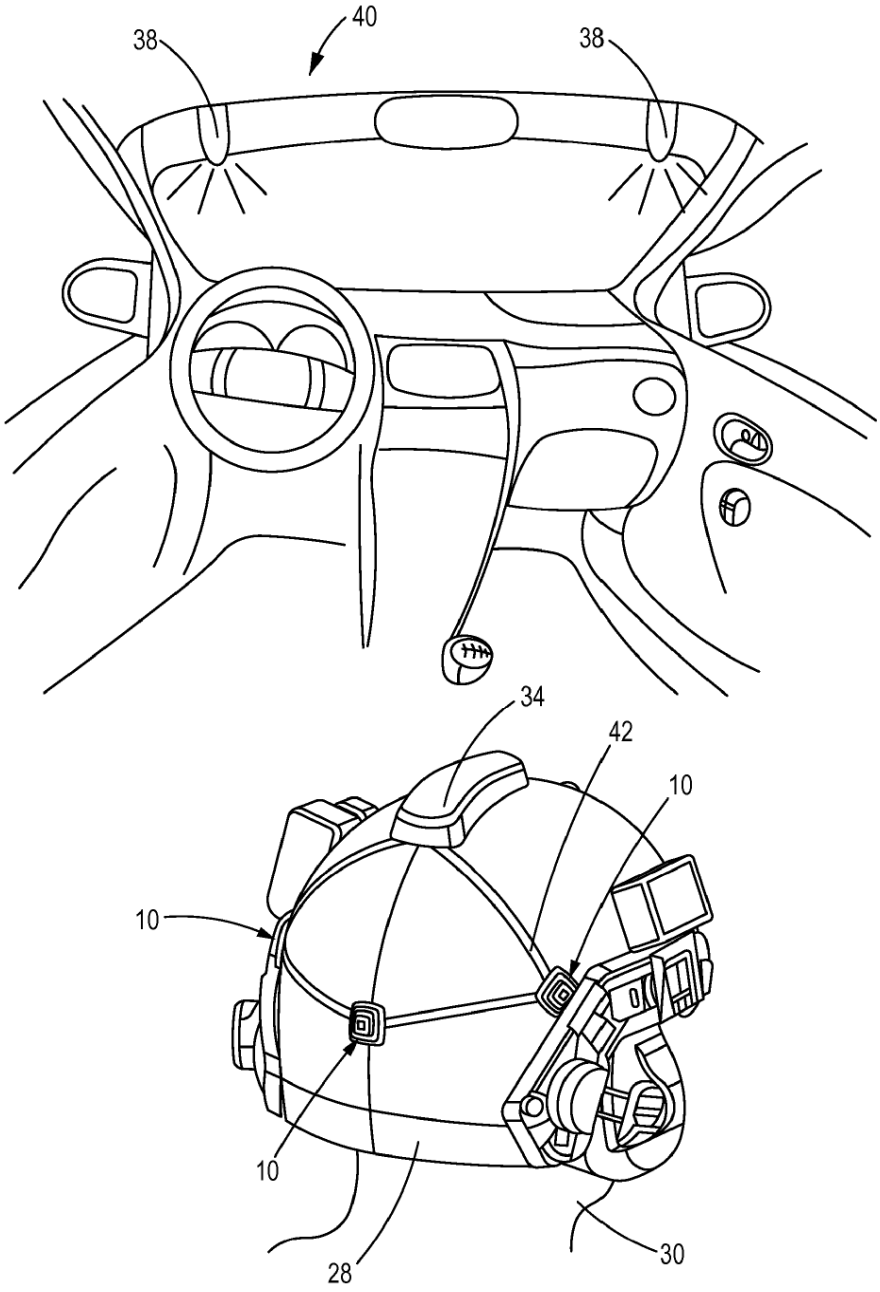

Fig.9

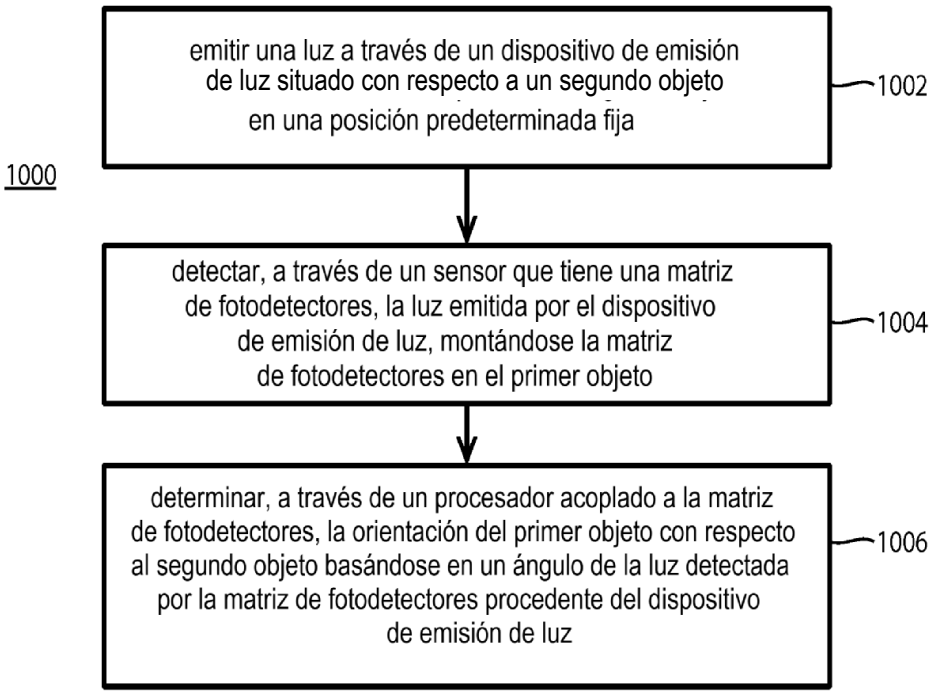
1000
emitir una luz a través de un dispositivo de emisión de luz situado con respecto a un segundo objeto en una posición predeterminada fija
1002
detectar, a través de un sensor que tiene una matriz de fotodetectores, la luz emitida por el dispositivo de emisión de luz, montándose la matriz de fotodetectores en el primer objeto
1004
determinar, a través de un procesador acoplado a la matriz de fotodetectores, la orientación del primer objeto con respecto al segundo objeto basándose en un ángulo de la luz detectada por la matriz de fotodetectores procedente del dispositivo de emisión de luz
1006

Fig.10

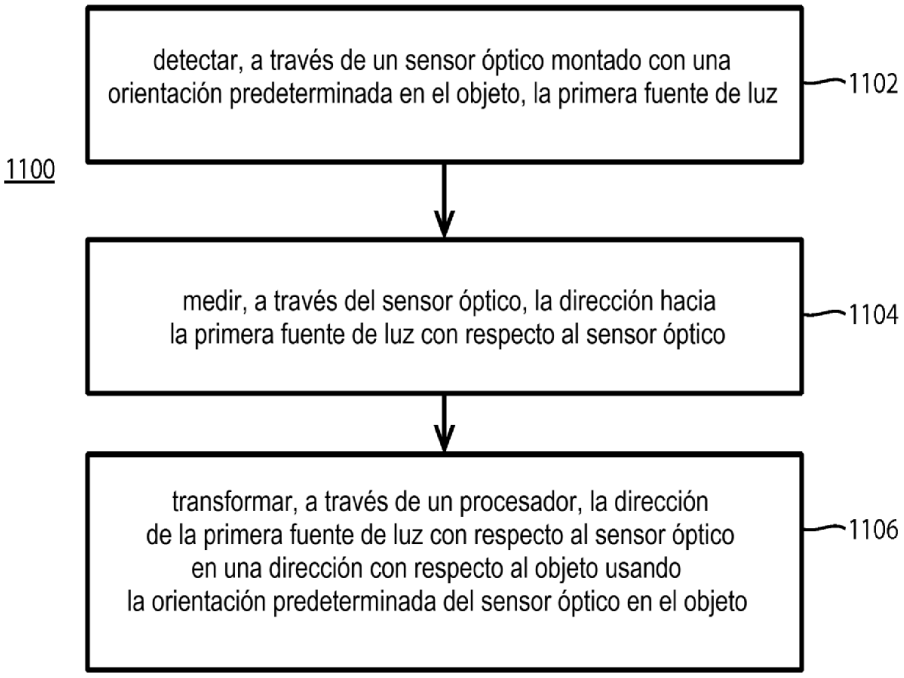
1100
detectar, a través de un sensor óptico montado con una orientación predeterminada en el objeto, la primera fuente de luz
1102
medir, a través del sensor óptico, la dirección hacia la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico
1104
transformar, a través de un procesador, la dirección de la primera fuente de luz con respecto al sensor óptico en una dirección con respecto al objeto usando la orientación predeterminada del sensor óptico en el objeto
1106

Fig.11

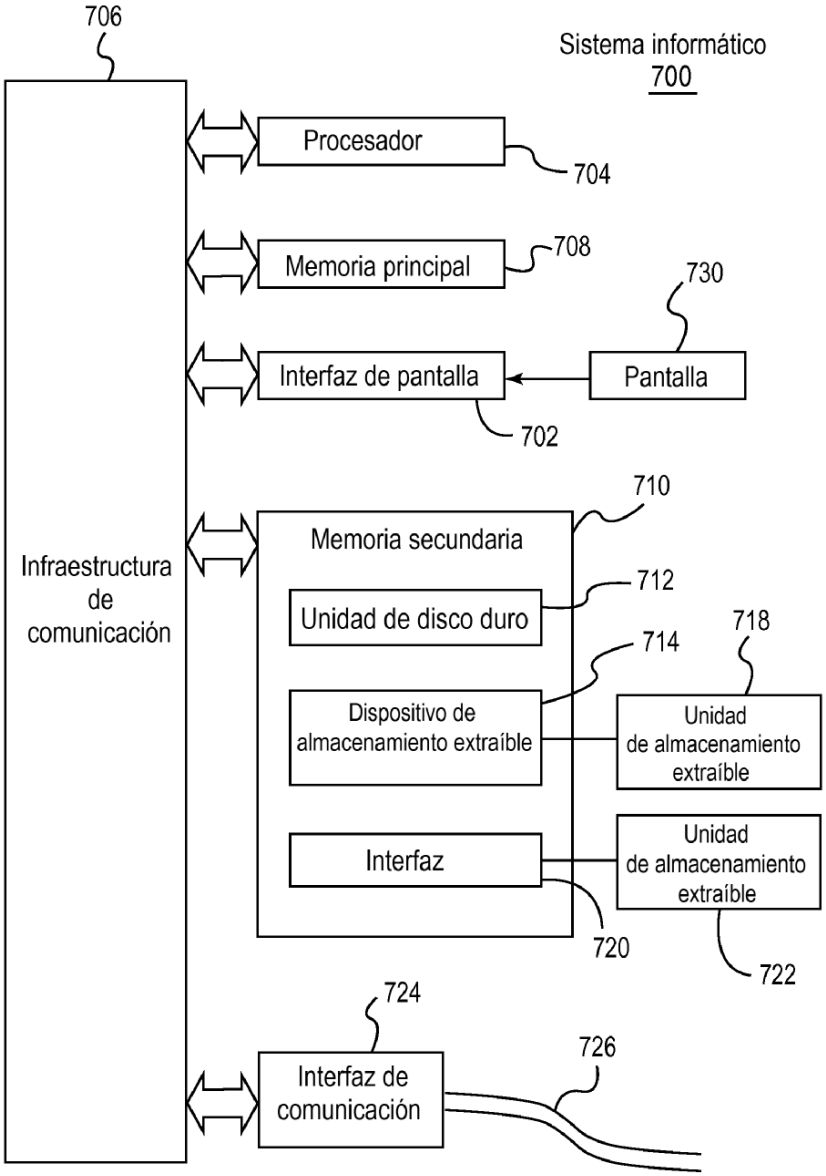
706
Sistema informático
700
Procesador
704
Memoria principal
708
730
Interfaz de pantalla
Pantalla
702
710
Memoria secundaria
Infraestructura de comunicación
712
Unidad de disco duro
718
714
Dispositivo de almacenamiento extraíble
Unidad de almacenamiento extraíble
Interfaz
Unidad de almacenamiento extraíble
720
722
724
726
Interfaz de comunicación

Fig.12