

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 956 009**

51 Int. Cl.:

G01C 9/02 (2006.01)

G01C 9/06 (2006.01)

G01C 17/34 (2006.01)

G01J 1/42 (2006.01)

G01S 3/784 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2018** **PCT/KR2018/007662**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2020** **WO20009256**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2018** **E 18925295 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2023** **EP 3819589**

54 Título: **Dispositivo de detección de inclinación tridimensional y procedimiento de detección de inclinación para el mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.12.2023

73 Titular/es:

KIM, TAE-HEE (50.0%)
(Gahak-ri) 128-12, Geobungmi-gil, Songak-eup,
Dangjin-si
Chungcheongnam-do 31732, KR y
HA, JI-CHUL (50.0%)

72 Inventor/es:

KIM, TAE-HEE y
HA, JI-CHUL

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 956 009 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

Dispositivo de detección de inclinación tridimensional y procedimiento de detección de inclinación para el mismo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere, en general, a la detección de una pendiente de un aparato en un espacio tridimensional y, más particularmente, a un procedimiento de detección de una pendiente tridimensional de una antena de estación base instalada para comunicación móvil.

10

Antecedentes de la técnica

Las antenas de estación base para comunicación móvil se instalan densamente para permitir una comunicación eficaz dentro de un área específica. Estas antenas son direccionales y las direcciones (acimuts) hacia las que se orientan las antenas se diseñan de antemano de tal manera que cubran un área prevista. Además, es necesario instalar la antena en alto mediante un pilar o similar y colocarla en un ángulo (inclinación) hacia el suelo. Por ejemplo, se instalan múltiples antenas radialmente alrededor de un pilar situado en una montaña alta y cada una de las antenas se inclina correctamente según las áreas que cubren las antenas colocadas en otros pilares, proporcionando un servicio de comunicación para un área que deba cubrirse según el diseño.

20

Para instalar las antenas según los acimuts y las inclinaciones de las antenas diseñados con esta intención, se han utilizado un dispositivo de medición de ángulos diseñado por separado o varios procedimientos de medición auxiliares.

Es muy importante conocer el acimut y la inclinación de una antena ya instalada para el mantenimiento de la antena.

25

Por diversas razones, como una alineación incorrecta del ángulo durante la instalación inicial, el envejecimiento de una instalación de pilar que soporta la antena, la exposición continua a un entorno externo, por ejemplo, un tifón, y similares, el ángulo de la antena puede desviarse de su ángulo inicial, lo que puede provocar una degradación de la calidad de un servicio de comunicación en una zona concreta. Para reconfirmar el ángulo de instalación de la antena, una operación debe acceder a la antena con un dispositivo de medición de ángulo independiente o similar.

30

Por lo general, la antena se instala en una posición alta, por lo que acceder a la antena resulta peligroso, difícil y poco eficiente.

Teniendo esto en cuenta, se ha desarrollado un dispositivo que se instala directamente en una antena y mide el ángulo de la antena. Sin embargo, tal tecnología convencional debe estar provista de varios módulos de medición, como un módulo de brújula electrónica, un sensor de reconocimiento de movimiento, un sensor de inclinación y similares y, por lo tanto, puede resultar costosa. El dispositivo de medición se necesita para cada antena, de modo que el alto coste del dispositivo de medición es un gran obstáculo para el uso general. El documento KR 2005 0064651 A describe un sistema que usa el sol y GPS para medir una postura y un ángulo acimutal. El documento JP 2012 088073 A describe un aparato de estimación de acimut adaptado para adquirir información astronómica que indica el movimiento del sol alrededor de la tierra a partir de medios de almacenamiento, adquirir información de fecha a partir de un reloj, adquirir información de posición que indica la posición del propio aparato medida por medios de posicionamiento, separar la luz solar aplicada al propio aparato en una pluralidad de componentes de polarización, adquirir información de intensidad de luz que indica cada intensidad de luz a partir de medios de detección para detectar la intensidad de cada componente de polarización independiente y adquirir información de postura que indica la postura del propio aparato a partir de medios de detección de postura para detectar la postura del propio aparato en función de una determinada dirección. Los documentos KR 2010 0010233 A, WO 2011 126316 A2, CN 102 968 128 A y US 201/5260513 A1 describen un sistema para medir una dirección del sol según el estado de la técnica.

50 Descripción

Problema técnico

La presente invención pretende adquirir un ángulo de pendiente tridimensional de un aparato, como una antena o similar, mediante el uso de la luz solar, de modo que se identifique inmediatamente si una dirección actual hacia la que se oriente el aparato se ajusta a la intención inicialmente diseñada, mejorando la comodidad de mantenimiento del aparato.

Los expertos o investigadores en la técnica comprenderán obviamente otros objetivos detallados de la presente invención a través de la descripción detallada que se describe a continuación.

60

Solución técnica

Como una primera realización de un procedimiento de detección, se proporciona un procedimiento de detección de pendiente de una antena de estación base (101) para comunicaciones móviles que incluye: el cálculo de un plano horizontal (plano X-Y) de un sistema de coordenadas horizontales mediante un sensor de gravedad; el cálculo, a partir de datos de cantidad de luz de luz solar medida por múltiples sensores ópticos proporcionados en una superficie esférica, de un vector de incidencia para una dirección de incidencia de la luz solar basándose en un sistema local de coordenadas; la adquisición de información del ángulo de incidencia de la luz solar en el sistema de coordenadas horizontales aplicando una fecha y una hora cuando se miden los datos de cantidad de luz, información de latitud e información de longitud sobre una ecuación de trayectoria solar; la determinación del sistema de coordenadas horizontales mediante el cálculo de una dirección de norte verdadero (dirección del eje Y) en el sistema de coordenadas horizontales mediante el plano horizontal (plano X-Y), del vector de incidencia y de la información del ángulo de incidencia de la luz solar en el sistema de coordenadas horizontales; y la comparación del sistema de coordenadas horizontales determinado con el sistema de coordenadas local, el cálculo de información de pendiente tridimensional que incluye un ángulo de inclinación, un ángulo de acimut y un ángulo de balanceo de la antena en el sistema de coordenadas horizontales, donde un ángulo de balanceo de la antena se corrige para que sea 0° y, a continuación, se calculan un ángulo de inclinación y un acimut para el sistema de coordenadas horizontales de la antena.

Específicamente, la determinación del sistema de coordenadas horizontales puede incluir: el cálculo de un vector de proyección mediante la proyección del vector de incidencia sobre el plano horizontal (plano X-Y) en el sistema de coordenadas horizontales; el cálculo, en el plano horizontal (plano X-Y), de la dirección de norte verdadero (eje Y) mediante la reflexión de un acimut de la luz solar obtenida mediante la información del ángulo de incidencia de la luz solar en el sistema de coordenadas horizontales; y el cálculo del sistema de coordenadas horizontales mediante el cálculo de un eje (eje Z) perpendicular al plano horizontal (plano X-Y) y de un eje (eje X) perpendicular al eje (eje Y) que indica la dirección de norte verdadero.

Entretanto, el cálculo del vector de incidencia puede incluir: la recopilación, a partir de múltiples sensores ópticos que se proporcionan en una superficie esférica de forma que se orientan hacia distintas direcciones y miden una cantidad de luz solar, de fragmentos de información de salida que contienen los datos de cantidad de luz y un identificador del sensor óptico correspondiente; la clasificación de los fragmentos de la información de salida en función del tamaño de los datos de cantidad de luz y la selección de varios fragmentos de la información de salida con valores más altos según un criterio preestablecido; y el cálculo de la dirección de incidencia de la luz solar a través de los fragmentos seleccionados de la información de salida y la conversión de la dirección de incidencia en un vector unitario para calcular el vector de incidencia.

Además, el procedimiento de detección de pendiente puede incluir, además, después del cálculo de la información de pendiente tridimensional, la transmisión de la información de pendiente tridimensional a un servidor de gestión a través de comunicación, por lo que puede configurarse un sistema de gestión remota.

Efectos ventajosos

Según la realización de la presente invención, puede determinarse fácilmente si el aparato, como una antena para comunicaciones móviles instalada en alto o en un lugar de difícil acceso, es correctamente direccional según una intención de diseño. Al utilizarse luz solar, la influencia de la causa de un error se reduce en comparación con el sensor geomagnético existente o similares, de modo que se proporciona un resultado de medición con alta fiabilidad y el dispositivo de detección se proporciona a bajo costo.

Los expertos o investigadores en la técnica obviamente comprenderán otros efectos detallados de la presente invención a través de la descripción detallada que se proporciona a continuación o durante un procedimiento de puesta en práctica de la presente invención.

Descripción de los dibujos

La fig. 1 es una vista en perspectiva que ilustra un estado de uso de un dispositivo de detección de pendiente tridimensional que no está cubierto por las reivindicaciones adjuntas, pero que se proporciona con fines ilustrativos para comprender la presente invención.

La fig. 2 es un diagrama que ilustra un sistema de coordenadas horizontales y un sistema de coordenadas local que se muestran en la fig. 1;

La fig. 3 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una configuración de un dispositivo de detección de pendiente tridimensional.

La fig. 4 es una vista en perspectiva que ilustra la disposición de sensores ópticos empleados en un dispositivo de detección de pendiente tridimensional.

La fig. 5 ilustra simplemente un estado de uso del dispositivo de detección, la fig. 5(a) es una vista de sección transversal y la fig. 5(b) es una vista en planta de una porción.

5 La fig. 6 es una vista en perspectiva que ilustra un dispositivo de detección de pendiente tridimensional cuya estructura tiene una forma diferente a la del dispositivo de la fig. 1.

La fig. 7 es un diagrama esquemático que ilustra un estado de un dispositivo de detección de pendiente tridimensional de la fig. 6.

10 La fig. 8 se refiere a un dispositivo de detección de pendiente tridimensional que no está cubierto por las reivindicaciones adjuntas, pero que se proporciona con fines ilustrativos para comprender la presente invención, la fig. 8(a) es una vista en perspectiva y la fig. 8(b) es una vista de sección transversal que ilustra un estado de uso.

La fig. 9 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un procedimiento de detección de pendiente según una primera realización de la presente invención.

15 La fig. 10 es un diagrama de flujo detallado que ilustra una etapa de cálculo de un vector de incidencia de la luz solar según la primera realización de la fig. 9.

La fig. 11 es un diagrama de flujo detallado que ilustra una etapa de cálculo de un sistema de coordenadas horizontales según la primera realización de la fig. 9.

20 La fig. 12 es un diagrama que se refiere a un procedimiento de cálculo de un plano horizontal mediante un sensor de gravedad según la primera realización de la fig. 9.

Las figs. 13 y 14 son diagramas que se refieren a un procedimiento de cálculo de un sistema de coordenadas horizontales según la primera realización de la fig. 7.

25 La fig. 15 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente un procedimiento de detección de pendiente que no está cubierto por las reivindicaciones adjuntas, pero que se proporciona con fines ilustrativos para comprender la presente invención.

La fig. 16 es un diagrama que se refiere a un procedimiento de cálculo de un plano horizontal según el procedimiento de la fig. 15.

La fig. 17 es un diagrama que se refiere a un procedimiento de confirmación de un sistema de coordenadas horizontales según el procedimiento de la fig. 15.

30

Modo de invención

En adelante, se describirá una configuración, una función y un funcionamiento de un dispositivo de detección de pendiente tridimensional y un procedimiento de detección de pendiente del mismo según la presente invención 35 haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, los números utilizados en los dibujos y realizaciones para los mismos elementos o elementos similares se usarán de manera unificada.

Además, en la siguiente descripción, los términos «primero», «segundo», etc. solo se utilizan para distinguir elementos cuyos significados técnicos estén dentro del ámbito de identidad. Es decir, cualquier elemento puede denominarse 40 arbitrariamente «un primer elemento» o «un segundo elemento».

Los dibujos adjuntos ilustran realizaciones adoptadas de la presente invención, y las realizaciones de la presente invención no deben interpretarse como limitadas a los dibujos adjuntos. Desde el punto de vista de los expertos en la 45 materia, cuando una parte o la totalidad de las ilustraciones que aparecen en los dibujos se interprete como irrelevante para una forma, una configuración o una secuencia inevitablemente requerida para la puesta en práctica de la presente invención, la presente invención expuesta por las reivindicaciones adjuntas no se limita a estas.

En la siguiente descripción, un «sistema de coordenadas horizontales» se refiere a un sistema de coordenadas que se utiliza originalmente para representar posiciones de cuerpos celestes en las ciencias de la tierra. En una ubicación 50 de un dispositivo cuya pendiente se pretende detectar, el sistema de coordenadas horizontales se utiliza como sistema de coordenadas de referencia para determinar la pendiente del dispositivo. Los tres ejes del sistema de coordenadas horizontales se denominan «eje X», «eje Y» y «eje Z», respectivamente. En particular, una dirección de norte verdadero N y la dirección del eje Y son las mismas.

55 Un «sistema de coordenadas local» se refiere a un sistema de coordenadas del dispositivo de detección de pendiente. El dispositivo de detección de pendiente tiene ejes tridimensionales perpendiculares entre sí. Estos tres ejes del sistema de coordenadas local se denominan «eje X», «eje Y» y «eje Z», respectivamente. Una relación posicional entre múltiples elementos, específicamente, un sensor óptico, un sensor de gravedad, una unidad que proporciona la hora y similares, del dispositivo de detección de pendiente se confirma mediante la fabricación según el diseño. La 60 relación posicional entre estos elementos está determinada por valores de coordenadas particulares en el sistema de coordenadas local. Estos valores de coordenadas particulares se fijan y almacenan en una memoria o similar.

Una «ecuación de trayectoria solar» proporciona la trayectoria del sol en el sistema de coordenadas horizontales en acimut y altitud. Se introducen una posición de observación (latitud), la fecha y la hora y se calculan el acimut A y la altitud h del sol. Dicha ecuación de trayectoria solar ya es de dominio público y se utiliza ampliamente y, por ejemplo, se pueden proporcionar información, programas o similares relacionados con la ecuación de trayectoria solar desde el sitio web de educación astronómica de la universidad de Nebraska-Lincoln (<http://astro.unl.edu/naap/motion3/motion3.htm>), el sitio web de la administración oceánica y atmosférica nacional de EE. UU. (<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>), o similares.

- 10 Los términos «información de la pendiente» o «información sobre la pendiente» se utilizan indistintamente. La «información sobre la pendiente» proporciona un ángulo de pendiente tridimensional del dispositivo de detección de pendiente, específicamente, un dispositivo en el que se proporciona el dispositivo de detección de pendiente, en el sistema de coordenadas horizontales.
- 15 La información de la pendiente incluye al menos el «acimut», la «altitud» y el «ángulo de balanceo». Haciendo referencia a la Fig. 2(b), el «acimut» es un ángulo A que se rota en el sentido de las agujas del reloj desde la dirección de norte verdadero (eje Y) en el plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontales hasta el eje Y' del sistema de coordenadas local. Entretanto, la «altitud» es un ángulo h hacia el eje Z desde el plano horizontal (plano X-Y). Además, el «ángulo de balanceo» es un ángulo r que se rota utilizando el eje Y' como eje de rotación, en el plano X'-Z' del sistema de coordenadas local.

Con respecto al sistema de coordenadas, según sea necesario, puede utilizarse un sistema de coordenadas polares o un sistema de coordenadas rectangulares. El cambio entre estos sistemas de coordenadas es el mismo que el conocido en la técnica.

- 25 El dispositivo de detección de pendiente según una realización de la presente invención está montado en un dispositivo para su uso y proporciona información de pendiente tridimensional (también denominada «información sobre la pendiente») del dispositivo.
- 30 La fig. 1 muestra un ejemplo de uso de un dispositivo de detección de pendiente según una realización de la presente invención. Un aparato destinado a adquirir la información sobre la pendiente es un aparato de antena 101 para comunicaciones móviles. Además del aparato de antena 101, el dispositivo de detección de pendiente puede utilizarse para diversos aparatos cuya pendiente se necesite medir. En adelante, la descripción se realizará principalmente para el caso donde el dispositivo de detección de pendiente se proporciona en el aparato de antena.
- 35 El aparato de antena 101 para comunicaciones móviles puede proporcionarse en un pilar 102 de pie situado en el suelo. El aparato de antena 101 tiene el sistema de coordenadas local X 'Y' Z'. Haciendo referencia a la fig. 2(a), la parte delantera del aparato de antena 101 está asociada al eje Y' y la dirección vertical del aparato de antena 101 es el eje Z'. El aparato de antena 101 está configurado para proporcionarse en un acimut particular AO y un ángulo de inclinación particular tO, y el ángulo de balanceo generalmente se establece en 0°.
- 40

Aunque no se muestra en las figuras, el pilar puede estar provisto de múltiples antenas colocadas radialmente.

- 45 El aparato de antena 101 está provisto de un dispositivo de detección de pendiente 100. El dispositivo de detección de pendiente utiliza la luz solar y se proporciona en una porción superior del aparato de antena 101, de modo que resulte ventajoso recibir la luz solar. En particular, una porción que recibe luz está expuesta en la parte superior del aparato de antena, de modo que la luz solar se recibe preferiblemente en muchas direcciones.

- 50 El dispositivo de detección de pendiente 100 se proporciona en el aparato de antena 101 y está sujeto al aparato de antena 101 y, por lo tanto, el dispositivo de detección de pendiente 100 y el aparato de antena 101 pueden utilizar el mismo sistema de coordenadas locales X'Y' Z'. Es decir, cuando la dirección hacia la que está orientado el dispositivo de detección de pendiente 100 se confirma en el sistema de coordenadas horizontales, esta se utiliza como una dirección hacia la que está orientado el aparato de antena 101.

- 55 Se instalan múltiples aparatos de antena de manera distribuida en un área amplia donde se proporciona un servicio de comunicaciones móviles. Para garantizar un área de servicio adecuada, el aparato de antena se instala preferiblemente en la posición más alta, como la cima de la montaña, el tejado de un edificio o similares. La información de pendiente de los aparatos de antena puede transmitirse a un servidor de gestión 103 ubicado en una ubicación remota a través de una red o similar para facilitar la gestión. En este caso, al transmitir la información de pendiente al
- 60 servidor de gestión 103, la comunicación se realiza a través del interior de la antena mediante el uso de una red inalámbrica o la aplicación de un protocolo de comunicaciones integrado en el aparato de antena para comunicaciones

móviles.

El servidor de gestión 103 puede adquirir información de pendiente de cada aparato de un gran número de aparatos de antena y puede evaluar su validez mediante una comparación con la dirección de instalación prevista del aparato de antena.

Por lo tanto, se evalúa fácilmente la validez de todas las antenas sin medir la dirección de cada una de las antenas en los sitios de instalación. Particularmente, al analizar una red de comunicaciones para una zona en la que no se realiza sin problemas un servicio de comunicaciones móviles, la información de pendiente del aparato de antena a cargo de la zona puede tratarse como una de las causas del fallo.

Además, cuando el aparato de antena está recién instalado o se realiza el mantenimiento en la dirección del aparato de antena ya instalado, se identifica inmediatamente si el aparato de antena está instalado en la dirección precisa.

En la fig. 2(b), un vector K es un vector que indica una dirección de instalación diseñada del aparato de antena. Se muestra que, a medida que se reflejan una tasa de aumento de acimut d_A , una tasa de aumento de altitud d_h y una tasa de aumento de ángulo de balanceo d_r en el sistema de coordenadas horizontales, el vector K cambia a un vector Y'.

El servidor de gestión puede calcular la tasa de aumento de acimut d_A , la tasa de aumento de altitud d_h y la tasa de aumento de ángulo de balanceo d_r en función de la comparación del vector Y y el vector K que indica la dirección de instalación según el diseño.

De manera alternativa, cuando la información sobre el vector K se almacena en el dispositivo de detección de pendiente, el dispositivo de detección de pendiente calcula la tasa de aumento de acimut d_A , la tasa de aumento de altitud d_h y la tasa de aumento del ángulo de balanceo d_r .

Las figs. 3 a 5 se refieren al dispositivo de detección de pendiente según una realización de la presente invención.

El dispositivo de detección de pendiente según la realización de la presente invención incluye una estructura, múltiples sensores ópticos, una unidad de recepción de sensor óptico, una unidad que proporciona la hora, un sensor de gravedad y una unidad de funcionamiento. Como elemento adicional, puede incluirse una unidad de comunicación.

La estructura 1 está provista de una superficie esférica en forma de hemisferio o la forma cercana a una esfera más allá de un hemisferio. En esta invención, la superficie esférica puede ser una superficie curva o fabricada en forma de cúpula geodésica. Teniendo en cuenta la trayectoria del sol, solo puede utilizarse como estructura una porción de toda la esfera.

Los múltiples sensores ópticos 2 se proporcionan en la superficie esférica de la estructura de forma que se orientan hacia distintas direcciones. En esta invención, pueden utilizarse una variedad de fotosensores capaces de medir la cantidad de luz, como los sensores ópticos 2. Dependiendo del tipo de sensor óptico, además de la luz visible emitida por el sol, puede utilizarse una variedad de energía (por ejemplo, luz ultravioleta o similar) emitida desde el sol que varía los resultados de la medición en función de la dirección del sensor receptor de luz.

En la realización de la presente invención, los sensores ópticos 2 emiten datos de cantidad de luz de la luz recibida. Los múltiples sensores ópticos se corrigen para producir la misma salida para la misma cantidad de luz.

Por facilitar la fijación de los sensores ópticos 2 y el funcionamiento, la estructura 1 puede proporcionarse en forma de cúpula geodésica y el sensor óptico 2 puede proporcionarse en el centro de cada una de las superficies.

Independientemente de si se selecciona una forma de hemisferio o una forma de cúpula geodésica como la forma de la estructura 1, las normales 22 perpendiculares a las respectivas superficies receptoras de luz 21 de los sensores ópticos 2 proporcionados en la superficie de la estructura 1 pueden diseñarse para concentrarse en el centro 11 de la estructura 1. Este diseño permite que la salida del sensor óptico se utilice intacta, sin corrección numérica adicional del ángulo de instalación y la posición de cada uno de los sensores ópticos. Por lo tanto, se reduce la carga de aumento de la cantidad de diversos tipos de funcionamiento utilizando los valores de salida de los sensores ópticos y se obtiene un resultado de funcionamiento rápido.

La fig. 5(a) muestra múltiples sensores ópticos 2 fijados a intervalos regulares en una superficie esférica virtual. La normal 22 de la superficie receptora de luz 21 de cada uno de los sensores ópticos 2 se proporciona para que sea la misma que la normal de la superficie esférica.

Las flechas representadas oblicuamente en la parte superior izquierda de la figura indican la luz solar o SL, por sus siglas en inglés. En esta figura, los sensores ópticos 2 reciben la luz solar SL en diferentes ángulos de incidencia y, por lo tanto, los sensores ópticos 2 tienen diferentes valores de salida.

5

Si se proporciona un número suficiente de sensores ópticos, la dirección normal del sensor óptico con el valor de salida máximo puede considerarse la misma que la dirección de incidencia de la luz solar. Como se describió anteriormente, es preferible utilizar tantos sensores ópticos como sea posible para mejorar la resolución. Al tener en cuenta el tamaño, coste, carga de funcionamiento o similares del dispositivo de detección de pendiente, el número de sensores ópticos proporcionados puede limitarse a un número apropiado. La compensación de resolución debido a la reducción del número de instalaciones puede resolverse utilizando un algoritmo de análisis. Este punto volverá a describirse más adelante.

10

La unidad receptora del sensor óptico proporciona una interfaz que recibe información de salida de los múltiples sensores ópticos. La información de salida incluye un identificador de cada uno de los sensores ópticos y un valor de salida medido.

15

La unidad que proporciona la hora proporciona información de calendario sobre la fecha y la hora en que se recibe la información de salida del sensor óptico. Esta información de calendario se utiliza como parámetro que se introduce en la ecuación de la trayectoria solar.

20

La unidad que proporciona la hora puede ser un receptor de reloj de red, un módulo de sincronización horaria inalámbrica o un módulo GPS que se describe más adelante. La información de calendario puede obtenerse a través de una red de comunicación de datos. Cuando un reloj de red se transmite desde un servidor de sincronización horaria (por ejemplo, un servidor NTP), el reloj de red se recibe para extraer información horaria para su uso. De manera alternativa, las señales de comunicación móvil se demodulan para extraer la información horaria.

25

Además, el módulo GPS puede utilizarse como la unidad que proporciona la hora. El módulo GPS puede recibir la información de calendario de un satélite. Además, pueden obtenerse datos geográficos (latitud o longitud) para la ubicación actual. En particular, en el caso en que se proporciona el módulo GPS, existe la ventaja de obtener información de pendiente de un aparato móvil.

30

Entretanto, en el caso en que la información de calendario se obtiene a través del servidor de gestión, por ejemplo, se proporciona la unidad de comunicación, o cuando la información de calendario se obtiene a través de otras comunicaciones de red, la unidad que proporciona la hora puede omitirse.

35

La unidad de funcionamiento puede analizar el ángulo de incidencia de la luz solar, puede calcular el sistema de coordenadas horizontales, puede calcular la información de la pendiente, y así sucesivamente. La unidad de funcionamiento puede incluir componentes que incluye un dispositivo de funcionamiento general, como una CPU, una caché y similares.

40

El sensor de gravedad 3 puede proporcionarse dentro de la estructura 1 y detecta la dirección de la gravedad. Un plano perpendicular a esta dirección de la gravedad puede determinarse como un plano horizontal (plano X-Y) en el sistema de coordenadas horizontales.

45

El sensor de gravedad 3 puede proporcionarse para que coincida con el centro 11 de la estructura 1. Además, la superficie superior del sensor de gravedad 3 puede configurarse para que sea paralela a la horizontal de la estructura 1, y la dirección de instalación del sensor de gravedad 3 puede configurarse para que coincida con el eje X o el eje Y del sistema de coordenadas local. Tal ubicación de instalación del sensor de gravedad permite utilizar el valor de salida del sensor de gravedad 3 sin corrección adicional del mismo, de forma similar a la configuración de los ángulos de instalación de los sensores ópticos con respecto al centro de la estructura.

50

En otra realización, el sensor de gravedad puede proporcionarse dentro de la estructura, pero puede proporcionarse en una ubicación ligeramente fuera del centro de la estructura. Específicamente, el sensor de gravedad puede proporcionarse en el plano X'-Y' del sistema de coordenadas local de la estructura, y el eje vertical del sensor de gravedad puede proporcionarse paralelo al eje Z' de la estructura.

55

El sensor de gravedad 3 detecta la dirección en la que actúa la gravedad y la calcula como un valor de coordenadas (xl, yl, zl) (ver un vector de gravedad en la fig. 12) en el sistema de coordenadas local. Muchos de estos sensores de gravedad están abiertos al público. Por ejemplo, existe un modelo ADXL345 de ANALOG DEVICES, Inc.

60

A continuación, se analizan dos procedimientos para detectar el plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontales, que se distinguen como una primera realización y un ejemplo comparativo no cubierto por las reivindicaciones. En el ejemplo comparativo del procedimiento de detección de pendiente en el que no se utiliza un sensor de gravedad, puede omitirse el sensor de gravedad.

5

En particular, cuando se omite el sensor de gravedad, la superficie curva de la estructura puede ser cóncava. De manera alternativa, se puede adoptar una estructura poligonal cóncava con una cúpula geodésica invertida.

Como elemento adicional, la unidad de comunicación puede proporcionar una interfaz para acceder a una red. La configuración detallada de la unidad de comunicación puede ser la misma que la conocida en la técnica. Al proporcionar la unidad de comunicación, es posible la comunicación con el servidor de gestión ubicado en una ubicación remota. La unidad de comunicación puede transmitir información de pendiente tridimensional obtenida a través de la unidad de funcionamiento al servidor de gestión.

15 Además, pueden recibirse desde el servidor de gestión los datos necesarios, como un comando de inicio de medición para generar la información de pendiente, la información de calendario, la información de posición (longitud o latitud), un programa de ecuación de trayectoria solar o similares.

Entretanto, la unidad de comunicación puede configurarse solo para la transmisión. En este caso, el comando de inicio de medición, la información de calendario, la información de posición (longitud o latitud), el programa de ecuación de trayectoria solar o similares pueden almacenarse previamente en una memoria dentro del dispositivo de detección de pendiente, o el dispositivo de detección puede adquirirlos a través de la unidad que proporciona la hora, el módulo GPS o similares.

25 Además, como elemento adicional, puede incluirse una película protectora 4 que cubre la estructura 1 de forma espaciada. La película protectora 4 puede estar hecha de un material capaz de transmitir la luz sin problemas, y puede realizarse un revestimiento antiincrustante en la superficie de la película para reducir la contaminación. Pueden utilizarse cualquier material transparente y cualquier material de recubrimiento antiincrustante capaces de permitir que el agua de lluvia elimine los contaminantes.

30

Puede seleccionarse y aplicarse una parte de muchas técnicas conocidas y ya desarrolladas.

Las figs. 6 y 7 se refieren a un dispositivo de detección de pendiente en el que la estructura está provista de una superficie esférica de forma cercana a una esfera más allá de un hemisferio.

35

Haciendo referencia a las figuras, la estructura tiene forma de una esfera de la que se corta una porción, específicamente, una forma en la que se elimina de una esfera completa un área donde se encuentran dos planos perpendiculares.

40 La estructura está soportada por un soporte. Haciendo referencia a las figuras, el soporte de forma hexaédrica está acoplado a la porción recortada de la estructura para soportar la estructura, y se define un espacio en la misma de modo que se pueden proporcionar diversos elementos, como la unidad que proporciona la hora, la unidad de funcionamiento y similares.

45 La estructura puede encontrarse dentro de un intervalo mayor que una forma de hemisferio y menor que una forma de esfera completa, y el soporte puede tener un plano plano para montarlo fácilmente en la porción superior del aparato de antena.

La fig. 7 muestra un caso en el que se instala una antena en una región de latitud alta y una superficie de la antena está orientada hacia el norte y está instalada en una pendiente de 45°. Dado que la antena está instalada en pendiente, la estructura colocada sobre la antena también está inclinada, tanto como la pendiente de la antena.

Dado que la altitud del sol en una región de alta latitud es baja, lo cual es bien conocido, es difícil que la luz solar alcance la estructura en forma de hemisferio en la dirección normal como se muestra en la fig. 7(a) y también es difícil detectar la luz solar.

55

Como se describió anteriormente, la estructura con forma de hemisferio no es suficiente para medir la dirección del sol montando la estructura en un objeto inclinado (antena) y detectando la luz de incidencia del sol independientemente de la región de la tierra. Para utilizar la estructura con forma de hemisferio, se necesita una unidad de accionamiento separada para detectar la luz solar desplazando adecuadamente la estructura.

60

Sin embargo, como se muestra en la fig. 7(b), cuando el soporte soporta una estructura con una forma más allá de un hemisferio para su uso, la porción inferior del hemisferio es capaz de detectar la luz solar.

Por lo tanto, sin la unidad de accionamiento para desplazar la estructura, la luz solar se detecta fácilmente independientemente de la región de medición y la luz solar se detecta fácilmente en cualquier región de la tierra y, por lo tanto, se mide la pendiente de la antena.

Entretanto, la fig. 8 se refiere a un dispositivo de detección de pendiente según otra realización de la presente invención.

10

El dispositivo de detección de pendiente 100 según la realización de la presente invención incluye una estructura 1, múltiples sensores ópticos 2, una unidad de recepción de sensor óptico, una unidad que proporciona la hora, un sensor de gravedad 3 y una unidad de funcionamiento. Como elemento adicional, puede incluirse una unidad de comunicación o una película protectora 4. Las características de los elementos del dispositivo de detección de pendiente según la realización descrita anteriormente pueden incluirse tal como son sin apartarse del alcance que no entra en conflicto con el detalle que se describe a continuación.

15

La estructura 1 adoptada en el dispositivo de detección de pendiente según la realización se proporciona en forma esférica o forma de cúpula geodésica de manera similar a la estructura según la realización descrita anteriormente e incluye, además, una pared de mampara 12.

20

La pared de mampara 12 se encuentra en el punto de distancia intermedia entre los sensores ópticos vecinos, en la dirección normal desde la superficie de la estructura 1. La estructura 1 proyecta sombras sobre algunos de los sensores ópticos según el ángulo de incidencia de la luz solar.

25

En la fig. 8(b), debido a las paredes de mampara 12, las sombras SO se proyectan sobre varios sensores ópticos 2_1 y 2_6 a 2_11. Los sensores ópticos 2_1 y 2_6 a 2_11, cuyas superficies receptoras de luz 21 están a la sombra, tienen salidas muy bajas en comparación con los sensores ópticos 2_2 a 2_5 que reciben luz y, por lo tanto, sin duda se excluyen al seleccionar el sensor óptico para su análisis. Más adelante se describirá un procedimiento para seleccionar algunos sensores ópticos como objetivos para su análisis.

30

Las figs. 9 a 14 se refieren a un procedimiento de detección de pendiente según la primera realización de la presente invención.

35

El procedimiento de detección de pendiente según la primera realización utiliza el dispositivo de detección provisto de un sensor de gravedad e incluye el cálculo de un plano horizontal en la etapa s1, el cálculo de un vector de incidencia de la luz solar en la etapa s2, el cálculo de la información de ángulo de incidencia de la luz solar a partir de una ecuación de trayectoria solar en la etapa s3, el cálculo de un sistema de coordenadas horizontales a partir del mismo en la etapa s4 y el cálculo de la información de pendiente en la etapa s5. Además, el procedimiento de detección de pendiente puede incluir la transmisión de la información de pendiente a un servidor de gestión en la etapa s6.

40

[Cálculo del plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontales a partir del sensor de gravedad]

45

La fig. 12 se refiere al sensor de gravedad 3 y el plano horizontal (plano X-Y). El sistema de coordenadas local X', Y', Z' está en un estado de inclinación en una dirección arbitraria en tres dimensiones según el estado actual del dispositivo de detección. El sensor de gravedad 3 también se inclina en la dirección arbitraria según el sistema de coordenadas local.

50

La gravedad actúa verticalmente hacia abajo y el sensor de gravedad 3 emite, con respecto a la gravedad, un vector de gravedad en forma de valores de coordenadas particulares (xl, yl, zl) del sistema de coordenadas local. El vector gravedad es un vector perpendicular al plano horizontal del sistema de coordenadas horizontales, de modo que el vector gravedad es el eje Z (eje vertical) del sistema de coordenadas horizontales. Además, un plano perpendicular al eje Z se calcula como el plano horizontal (plano X-Y) en el sistema de coordenadas horizontales.

55

[Cálculo de un vector de incidencia L para una dirección de incidencia de la luz solar]

Las figs. 5 y 10 se refieren al cálculo del vector de incidencia.

60

En esta invención, el vector de incidencia L es un vector unitario hacia el sol en función del origen del sistema de coordenadas local e indica la dirección de incidencia de la luz solar.

Un procedimiento para calcular el vector de incidencia L a partir de los múltiples sensores ópticos 2 incluye la recopilación de fragmentos de información de salida de los sensores ópticos en la etapa s21, la selección de varios fragmentos de información de salida significativos para su análisis en la etapa s22, el cálculo de la dirección de incidencia de la luz solar a partir de la información de salida seleccionada en la etapa s23 y el cálculo del vector unitario 5 (vector de incidencia L) de la dirección de incidencia en la etapa s24.

La información de salida de cada sensor óptico se almacena en la memoria a través de la unidad de recepción del sensor óptico y se proporciona a la unidad de funcionamiento.

10 La unidad de funcionamiento puede clasificar fragmentos de la información de salida en función del tamaño y puede seleccionar varios fragmentos de la información de salida para su análisis. En esta invención, los fragmentos seleccionados de la información de salida contienen valores más altos, incluido el valor más alto de la cantidad de luz medida.

15 En esta invención, la clasificación y la selección de la información de salida puede seleccionarse de entre una variedad de algoritmos conocidos.

Además, el usuario puede establecer arbitrariamente el número de fragmentos de la información de salida para su análisis en función del número de sensores ópticos, o similares, proporcionados. Por ejemplo, cuando se proporciona 20 un gran número de sensores ópticos de modo que se proporcione una resolución suficiente, se selecciona un sensor óptico que tenga el valor de salida máximo. En este caso, los valores de coordenadas del sensor óptico pueden ser indicativos de la dirección de incidencia de la luz solar.

En la fig. 5(a), el ángulo de incidencia de la luz solar SL no coincide con ninguna de las direcciones normales de los 25 sensores ópticos 2. Sin embargo, según la similitud entre la superficie receptora de luz 21 del sensor óptico 2 y el ángulo de incidencia de la luz solar SL , los datos de cantidad de luz medidos por cada sensor óptico varían.

En este caso, pueden seleccionarse varios sensores ópticos que tengan una información de salida (datos de cantidad de luz) cuyos valores sean relativamente altos. Como se muestra en la fig. 5(b), se espera que los sensores ópticos 30 seleccionados sean el sensor óptico 2_a, que tiene la información de salida con el valor máximo, y los sensores ópticos cercanos 2_b a 2_g. Como se describió anteriormente, para considerar el sensor óptico 2_a, que tiene la información de salida con el valor máximo, y los sensores ópticos cercanos 2_b a 2_g, los grados de aumento y disminución secuenciales de los fragmentos ordenados de la información de salida se comparan con un valor de referencia arbitrario (tasa de aumento y disminución de referencia) para agrupar los fragmentos de la información de salida.

35 Por ejemplo, los fragmentos de la información de salida (datos de cantidad de luz) se ordenan, (1.4), (1.33), (1.31), (1.3), (1.26), (1.25), (1.24), (1.1), (1.05),..., en ese orden. Cuando el valor de referencia es 0.1, se pueden incluir (1.4) a (1.24) en el grupo 1. Los datos de cantidad de luz 1.1, que difieren de los datos de cantidad de luz inmediatamente anteriores (1.24) en más de 0.1, y los datos de cantidad de luz posteriores pueden incluirse en otro grupo. Solo el 40 grupo significativo 1 se determina como un objeto de análisis.

A partir de los fragmentos seleccionados de la información de salida, los valores de coordenadas de los sensores ópticos que son objeto de análisis pueden identificarse a través de los identificadores de los sensores ópticos. A través del análisis matemático de estos valores de coordenadas, se puede calcular la dirección de incidencia de la luz solar.

45 En esta invención, pueden aplicarse como análisis matemático una variedad de procedimientos de análisis abiertos, como un procedimiento de interpolación, un análisis lineal, un análisis estadístico y similares. Además, al considerar la diferencia de tamaño de los datos de cantidad de luz como una ponderación en el análisis matemático, puede calcularse una dirección de incidencia de la luz solar más precisa.

50 [00117] La dirección de incidencia de la luz solar se calcula utilizando el valor de coordenadas del sistema de coordenadas local para cualquier punto de la superficie esférica y el vector de incidencia se calcula tomando el tamaño unitario.

Haciendo referencia a la fig. 13, el vector de incidencia L indica la dirección de incidencia de la luz solar en el sistema 55 de coordenadas local y puede representarse como un punto en la superficie de una esfera virtual de tamaño unitario con el centro del sistema de coordenadas local.

Entretanto, en el dispositivo de detección 100 según la realización de la fig. 8, la pared de mampara 12 hace que se proyecten sombras SH en algunos sensores ópticos y, por lo tanto, se producen grandes lagunas en los datos de 60 cantidad de luz. Por lo tanto, existe la ventaja de que los sensores ópticos 2_2 a 2_5 sin duda se seleccionarán para su exclusión. En particular, en el caso en el que se adopta un sensor óptico con baja sensibilidad, donde la cantidad

de luz solar incidente es pequeña debido al clima nublado, o similar, existe la ventaja de que es posible diferenciar con facilidad entre la información de salida de los sensores ópticos que son artificialmente perpendiculares o casi perpendiculares a la luz solar y la información de salida de los sensores ópticos que no lo son.

5 [Adquisición de la información del ángulo de incidencia de la luz solar a través de la ecuación de trayectoria solar]

Quando la fecha y la hora en que se instala la antena se introducen en la ecuación de trayectoria solar, se identifica la información del ángulo de incidencia (acimut y altitud) de la luz solar en función del sistema de coordenadas horizontales. La trayectoria del sol se repite con un ciclo de un año, lo que representa un conocimiento general en las ciencias de la tierra y, por lo tanto, se omite una descripción repetida en esta invención.

Puede integrarse una tabla o programa de la trayectoria solar en el dispositivo de detección o puede proporcionarse desde el servidor de gestión a través de la unidad de comunicación. Además, la latitud para el cálculo de la información del ángulo de incidencia de la luz solar puede obtenerse del módulo GPS proporcionado o puede introducirse de antemano en el dispositivo de detección. La fecha y la hora pueden obtenerse de la unidad que proporciona la hora (o del módulo GPS). De manera alternativa, la latitud, la fecha y la hora pueden recibirse desde el servidor de gestión. Como se describió anteriormente, un procedimiento de implementación para la obtención de la información del ángulo de incidencia de la luz solar mediante el uso de la ecuación de trayectoria solar puede modificarse de varias maneras.

20 [Cálculo del sistema de coordenadas horizontales]

A través del plano horizontal (plano X-Y), el vector de incidencia y la información del ángulo de incidencia de la luz solar que se calculan, se calcula la dirección norte verdadero (eje Y) y el eje X del sistema de coordenadas horizontales para confirmar el sistema de coordenadas horizontales.

Haciendo referencia a la fig. 11, el cálculo incluye el cálculo de un vector de proyección mediante la proyección de un vector de incidencia (sistema de coordenadas local) en el plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontales en la etapa s41, el cálculo de una dirección de norte verdadero mediante la rotación del vector de proyección con el uso del acimut de la información de ángulo de incidencia de la luz solar en la etapa s42 y el cálculo del sistema de coordenadas horizontales XYZ mediante la determinación del eje X perpendicular al eje Z y el eje Y en la etapa s43.

Las figs. 13 y 14 se refieren a las etapas anteriores s41 a s43 para el cálculo del sistema de coordenadas horizontales.

En la fig. 13, el vector de incidencia L se representa en el sistema de coordenadas local X'Y'Z'. El vector de incidencia puede proyectarse en el plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontales para calcular un vector de proyección T. Al calcular el vector de proyección T, se utilizan una función trigonométrica y un ángulo contenido entre el eje Z' y el eje Z.

La dirección del vector de proyección T indica la dirección en la que se coloca el sol en el plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontal.

La información del ángulo de incidencia contiene datos de acimut A_s y altitud h_s del sol en función del sistema de coordenadas horizontales, en el mismo momento en que se genera el vector de incidencia. Entre ellos, los datos de acimut se utilizan para rotar el vector de proyección hacia atrás en el plano horizontal (plano X-Y) (ver la fig. 14(a)). La dirección que indica el vector de proyección T_2 rotado hacia atrás por el acimut es la dirección de norte verdadero N del sistema de coordenadas horizontales y es la dirección del eje Y del sistema de coordenadas horizontales.

A partir del eje Y calculado y del eje Z ya conocido, se determina el eje X perpendicular a los ejes, calculando el sistema de coordenadas horizontales XYZ en el que se determinan todos los ejes X, Y y Z.

[Cálculo de la información de pendiente]

Haciendo referencia a la fig. 14(b), dado que el sistema de coordenadas horizontales XYZ obtenido a través de los procedimientos anteriormente descritos se calcula en función del sistema de coordenadas local X'Y'Z', puede conocerse una interrelación entre el sistema de coordenadas horizontales y el sistema de coordenadas local. La dirección en que se rota el sistema de coordenadas local y cuánto se rota el sistema de coordenadas local se calcula en función del sistema de coordenadas horizontales, de modo que se calcula la información sobre la pendiente que incluye el acimut, la altitud y el ángulo de balanceo.

Como se describió anteriormente, puede analizarse el ángulo de incidencia de la luz solar; el sistema de coordenadas

horizontales puede confirmarse a partir del sistema de coordenadas local de la antena utilizando la información de calendario, la ecuación de trayectoria solar y el sensor de gravedad; y según la interrelación con el sistema de coordenadas local, pueden identificarse el acimut hacia el que está orientada la antena en el sistema de coordenadas horizontales y el ángulo de inclinación.

5

[Transmisión de la información de pendiente al servidor de gestión]

La información de pendiente puede transmitirse al servidor de gestión a través de la unidad de comunicación. En esta invención, la información de pendiente contiene el identificador de la antena, el acimut, la altitud y el ángulo de balanceo y puede incluir, además, una marca de tiempo y un valor de vector Z' en función del sistema de coordenadas horizontales.

La información de pendiente para su transmisión puede contener datos adicionales obtenidos mediante el procesamiento del acimut, la altitud, el ángulo de balanceo y similares. Por ejemplo, en lugar de la altitud, puede transmitirse el ángulo de inclinación (el ángulo contenido entre el eje Z y el eje Z' de la antena) del sistema de coordenadas horizontales. De manera alternativa, los valores de coordenadas polares pueden sustituirse por valores de coordenadas del sistema de coordenadas rectangulares.

En particular, en el caso de aplicación a una antena para comunicaciones móviles, con respecto a la información de pendiente, puede corregirse la pendiente a lo ancho (ángulo de balanceo) de la antena para que sea perpendicular al plano horizontal (plano $X-Y$) del sistema de coordenadas horizontales y a continuación, pueden calcularse el acimut actual y el ángulo de inclinación actual de la antena para el sistema de coordenadas horizontales.

La dirección de instalación de la antena para comunicaciones móviles generalmente se establece con el acimut y el ángulo de inclinación y, en la etapa de configuración, se considera naturalmente que el ángulo de balanceo es de 0° .

Cuando el ángulo de balanceo es de 0° , el acimut y el ángulo de inclinación de la antena son las principales preocupaciones. Para reflejar este hecho, el sistema de coordenadas local puede rotarse de modo que el ángulo de balanceo sea de 0° y a continuación, pueden calcularse el acimut y el ángulo de inclinación como la información de pendiente. La información de pendiente calculada y transmitida al servidor de gestión puede compararse inmediatamente con el valor de diseño y puede determinarse rápidamente la anomalía.

Además, cuando el ángulo de balanceo medido supera un nivel determinado, la dirección hacia la que está orientada la antena se desvía mucho, por lo que el acimut y el ángulo de inclinación carecen de sentido. Teniendo esto en cuenta, cuando el ángulo de balanceo supera un nivel determinado, está configurado para devolver el acimut y el valor de inclinación como valores nulos (NULL).

Las figs. 15 a 17 se refieren a un procedimiento de detección de pendiente según el ejemplo comparativo.

En el procedimiento de detección de pendiente según el ejemplo comparativo no se utiliza el sensor de gravedad. En cambio, se utiliza el movimiento del sol según la diferencia temporal para calcular el plano horizontal (plano $X-Y$) del sistema de coordenadas horizontales.

Sin apartarse del alcance que no entra en conflicto con el detalle que se describe a continuación, las características de las respectivas etapas según la primera realización pueden aplicarse prácticamente por igual a las etapas correspondientes según el ejemplo comparativo.

Específicamente, haciendo referencia a la fig. 15, el procedimiento según el ejemplo comparativo incluye el cálculo de dos vectores de incidencia con diferencia temporal en las etapas p1 y p2, la adquisición de información de ángulo de incidencia de la luz solar en cada momento en las etapas p3 y p4, el cálculo de un plano horizontal en la etapa p5, el cálculo de un sistema de coordenadas horizontales en la etapa p6 y el cálculo de información de pendiente en la etapa p7. Además, como en la primera realización, el procedimiento incluye la transmisión de la información de pendiente al servidor de gestión en la etapa p8.

En esta invención, es permisible realizar primero el cálculo de los vectores de incidencia con diferencia temporal en la etapa p1 o la etapa p2, a menos que se realicen al mismo tiempo. No obstante, el orden temporal afecta al cálculo del plano horizontal (plano $X-Y$), de modo que es necesario saber qué etapa de la etapa p1 y la etapa p2 se realiza primero. No obstante, en adelante, para facilitar la descripción, se da por hecho que el momento t1 precede al momento t2.

60

Además, cuando los valores de resultado (vector e información) varían con el tiempo, se añaden las expresiones t_1

y t_2 para distinguirlos.

[Cálculo de los dos vectores de incidencia con diferencia temporal]

- 5 En un momento arbitrario ($t = t_1$), a partir de los datos de cantidad de luz de luz solar medidos por cada uno de los sensores ópticos, se calcula un vector de incidencia L_{t1} para la dirección de incidencia de la luz solar en función del sistema de coordenadas local $X'Y'Z'$.

10 En un momento t_2 diferente del momento arbitrario t_1 , se calcula de la misma manera un vector de incidencia L_{t2} para la dirección de incidencia de la luz solar.

Dado que la diferencia temporal desplaza la posición del sol, el vector de incidencia L_{t1} en el momento t_1 y el vector de incidencia L_{t2} en el momento t_2 son diferentes.

- 15 Para garantizar una fiabilidad suficiente, la diferencia de tiempo entre t_1 y t_2 puede ser de al menos 30 minutos, preferiblemente una unidad de tiempo.

20 La configuración detallada para el cálculo de los vectores de incidencia L_{t1} y L_{t2} a partir de la información de salida de los sensores ópticos es prácticamente la misma que la de la primera realización y, por lo tanto, se omitirá una descripción repetida.

[Adquisición de la información del ángulo de incidencia de la luz solar a través de la ecuación de trayectoria solar]

25 La latitud del aparato de antena, la fecha y las horas t_1 y t_2 se introducen en la ecuación de trayectoria solar y se adquiere la información del ángulo de incidencia (acimuts As_{t1} y As_{t2}) y las altitudes hs_{t1} y hs_{t2}) de la luz solar en el sistema de coordenadas horizontales.

30 Dependiendo de la diferencia de tiempo entre t_1 y t_2 , los fragmentos de la información del ángulo de incidencia que indican la posición del sol también difieren.

Los detalles, tales como un parámetro de la ecuación de trayectoria solar, o similares, son prácticamente los mismos que los de la primera realización y, por lo tanto, se omitirá una descripción repetida.

[Cálculo del plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontales]

35 En el ejemplo comparativo, para calcular el plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontales, se utilizan los vectores de incidencia obtenidos L_{t1} y L_{t2} y los fragmentos de la información de ángulo de incidencia As_{t1} , As_{t2} , hs_{t1} y hs_{t2} para realizar un análisis geométrico. Además, se hace referencia a la latitud actual (específicamente, la distinción entre el hemisferio norte y el hemisferio sur).

40 En detalle, el cálculo incluye: el cálculo de conos verticales en el sistema de coordenadas local a partir de los vectores de incidencia L_{t1} y L_{t2} y la información del ángulo de incidencia As_{t1} , As_{t2} , hs_{t1} y hs_{t2} en los momentos correspondientes, respectivamente; el cálculo de los planos P_1 y P_2 en un par, cada uno de los cuales implica una tangente que toca simultáneamente dos círculos que definen las bases de los respectivos conos, e implica el origen del sistema de coordenadas local; y la determinación de uno de los planos P_1 y P_2 en un par como el plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontales.

50 En la fig. 16(a), dos conos C_1 y C_2 se basan en t_1 y t_2 . Las figs. 16(b) y 16(c) muestran la separación de los mismos para facilitar la comprensión.

En las figuras, las alturas de los conos C_1 y C_2 son los vectores de incidencia L_{t1} y L_{t2} . Los vectores de incidencia L_{t1} y L_{t2} son valores vectoriales que determinan las direcciones en las que están colocados los conos C_1 y C_2 , respectivamente.

55 Los ángulos contenidos entre las generatrices y las alturas (vectores de incidencia) de los conos C_1 y C_2 corresponden a las altitudes hs_{t1} y hs_{t2} del sol. En este caso, las altitudes hs_{t1} y hs_{t2} se obtienen a partir de la información de ángulo de incidencia de la luz solar.

60 Por ejemplo, suponiendo que t_1 y t_2 pertenecen a la zona horaria de la mañana, la altitud hs_{t1} es menor que la altitud hs_{t2} del momento t_2 cerca del mediodía. Esta es la razón por la cual el ángulo contenido del cono C_1 es menor que el ángulo contenido del cono C_2 .

Los vértices de los dos conos C1 y C2, que se desplazan al origen del sistema de coordenadas local, se muestran en la fig. 16(a).

- 5 Pueden seleccionarse los planos P1 y P2 en un par que están circunscritos por las bases (círculos) de los conos C1 y C2 y que implican simultáneamente el origen del sistema de coordenadas local.

10 Existe una diferencia tan grande como las altitudes h_{s_t1} y h_{s_t2} del sol en los momentos concretos $t1$ y $t2$. Uno de los planos P1 y P2 que pasan por el origen del sistema de coordenadas local es el plano horizontal (plano X-Y) del sistema de coordenadas horizontales.

15 Específicamente, cuál de los planos, entre los planos P1y P2, en un par es el plano horizontal del sistema de coordenadas horizontales varía dependiendo de si la posición medida (posición de la antena) se encuentra en el hemisferio norte y el hemisferio sur. Teniendo en cuenta los hechos de que la trayectoria solar se desplaza de este a oeste con el tiempo y que la trayectoria solar se inclina hacia el sur en el hemisferio norte y se inclina en el sentido opuesto en el hemisferio sur, uno de los planos puede determinarse como el plano horizontal (plano X-Y). En este caso, la distinción entre el hemisferio sur y el hemisferio norte en el programa puede implementarse simplemente mediante una expresión condicional para la latitud.

20 En la fig. 16, dado que se da por hecho que $t1$ precede a $t2$, cuando la antena está ubicada en el hemisferio norte, el plano P1 se determina como el plano horizontal (plano X-Y). Cuando la antena está ubicada en el hemisferio sur, el plano P2 se determina como el plano horizontal (plano X-Y). Además, el eje Z del sistema de coordenadas horizontales puede calcularse a partir del plano horizontal (plano X-Y).

25 Para este análisis geométrico, puede aplicarse una variedad de algoritmos matemáticos.

[Cálculo del sistema de coordenadas horizontales]

30 A partir del plano horizontal confirmado (plano X-Y), cualquier vector de incidencia y la información del ángulo de incidencia de la luz solar correspondiente, se calcula la dirección de norte verdadero (eje Y) del sistema de coordenadas horizontales.

35 La fig. 17 se refiere a este punto y muestra el vector de proyección T en el que el vector de incidencia L_t1 en $t1$ se proyecta en el plano horizontal (plano X-Y) seleccionado en la etapa anterior. Utilizando el eje Z como eje de rotación, el vector de proyección T se rota hacia atrás en el plano horizontal (plano X-Y) por el acimut As_t1 de la luz solar, calculando el eje Y. Además, a partir del eje Z y el eje Y determinados, se calcula el eje X perpendicular al mismo, confirmando el sistema de coordenadas horizontales XYZ.

40 Los detalles del cálculo del vector de proyección, la rotación del vector de proyección por el acimut y similares pueden ser prácticamente los mismos que los de la primera realización anteriormente descrita.

Además, dado que los detalles del cálculo de la información de pendiente en la etapa p7 y de la transmisión de la información de pendiente al servidor de gestión en la etapa p8 son prácticamente los mismos que las etapas correspondientes de la primera realización anteriormente descrita, se omitirá una descripción repetida.

45 El procedimiento de detección de pendiente según la primera realización de la presente invención utiliza un sensor de gravedad y, por lo tanto, puede utilizarse en un aparato móvil.

50 Entretanto, el procedimiento de detección de pendiente según el ejemplo comparativo no utiliza un sensor de gravedad y, por lo tanto, debe limitarse a un aparato cuya ubicación de instalación sea fija. No obstante, existe la ventaja de que la configuración de dicho aparato es más barata que la del dispositivo de detección para la primera realización.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de detección de pendiente para detectar una pendiente de una antena de estación base (101) para comunicación móvil que comprende:
5 el cálculo de un plano horizontal (plano X-Y) de un sistema de coordenadas horizontales mediante un sensor de gravedad (3);
el cálculo, a partir de datos de cantidad de luz de luz solar medidos por múltiples sensores ópticos (2) proporcionados en una superficie esférica (1) asociada a la antena de estación base (101), de un vector de
10 incidencia (L) de una dirección de incidencia de la luz solar en función de un sistema de coordenadas local de la antena de estación base (101);
la adquisición de información del ángulo de incidencia de la luz solar en el sistema de coordenadas horizontales aplicando una fecha y una hora cuando se miden los datos de cantidad de luz, información de latitud e información de longitud sobre una ecuación de trayectoria solar;
15 la determinación del sistema de coordenadas horizontales mediante el cálculo de una dirección de norte verdadero (N; eje Y) en el sistema de coordenadas horizontales mediante el plano horizontal, y de la información del ángulo de incidencia de la luz solar en el sistema de coordenadas horizontales; y
la comparación del sistema de coordenadas horizontales determinado con el sistema de coordenadas local, por ende
20 el cálculo de información de pendiente tridimensional que incluye un ángulo de inclinación, un ángulo de acimut y un ángulo de balanceo de la antena (101) en el sistema de coordenadas horizontales,
donde un ángulo de balanceo de la antena (101) se corrige para que sea 0° y, a continuación, se calculan un ángulo de inclinación y un acimut para el sistema de coordenadas horizontales de la antena (101).
- 25 2. El procedimiento de detección de pendiente de la reivindicación 1, donde la determinación del sistema de coordenadas horizontales incluye:

el cálculo de un vector de proyección mediante la proyección del vector de incidencia sobre el plano horizontal (plano X-Y) en el sistema de coordenadas horizontales;
30 el cálculo, en el plano horizontal (plano X-Y), de la dirección de norte verdadero (eje Y) mediante la reflexión de un acimut de la luz solar obtenida mediante la información del ángulo de incidencia de la luz solar en el sistema de coordenadas horizontales;
el cálculo del sistema de coordenadas horizontales mediante el cálculo de un eje (eje Z) perpendicular al plano horizontal (plano X-Y) y de un eje (eje X) perpendicular al eje (eje Y) que indica la dirección de norte verdadero.
35
3. El procedimiento de detección de pendiente de la reivindicación 1, donde el cálculo del vector de incidencia incluye:

la recopilación, a partir de múltiples sensores ópticos (2) proporcionados en una superficie esférica de forma que
40 se orientan hacia distintas direcciones y miden una cantidad de luz solar, de fragmentos de información de salida que contienen los datos de cantidad de luz y un identificador del sensor óptico correspondiente (2);
la clasificación de los fragmentos de la información de salida en función del tamaño de los datos de cantidad de luz y la selección de varios fragmentos de la información de salida con valores más altos según un criterio preestablecido; y
45 el cálculo de la dirección de incidencia de la luz solar a través de los fragmentos seleccionados de la información de salida y la conversión de la dirección de incidencia en un vector unitario para calcular el vector de incidencia.
4. El procedimiento de detección de pendiente de la reivindicación 1, que comprende, además:

50 después del cálculo de la información de pendiente tridimensional, la transmisión de la información de pendiente tridimensional a un servidor de gestión a través de comunicación.

FIG. 1

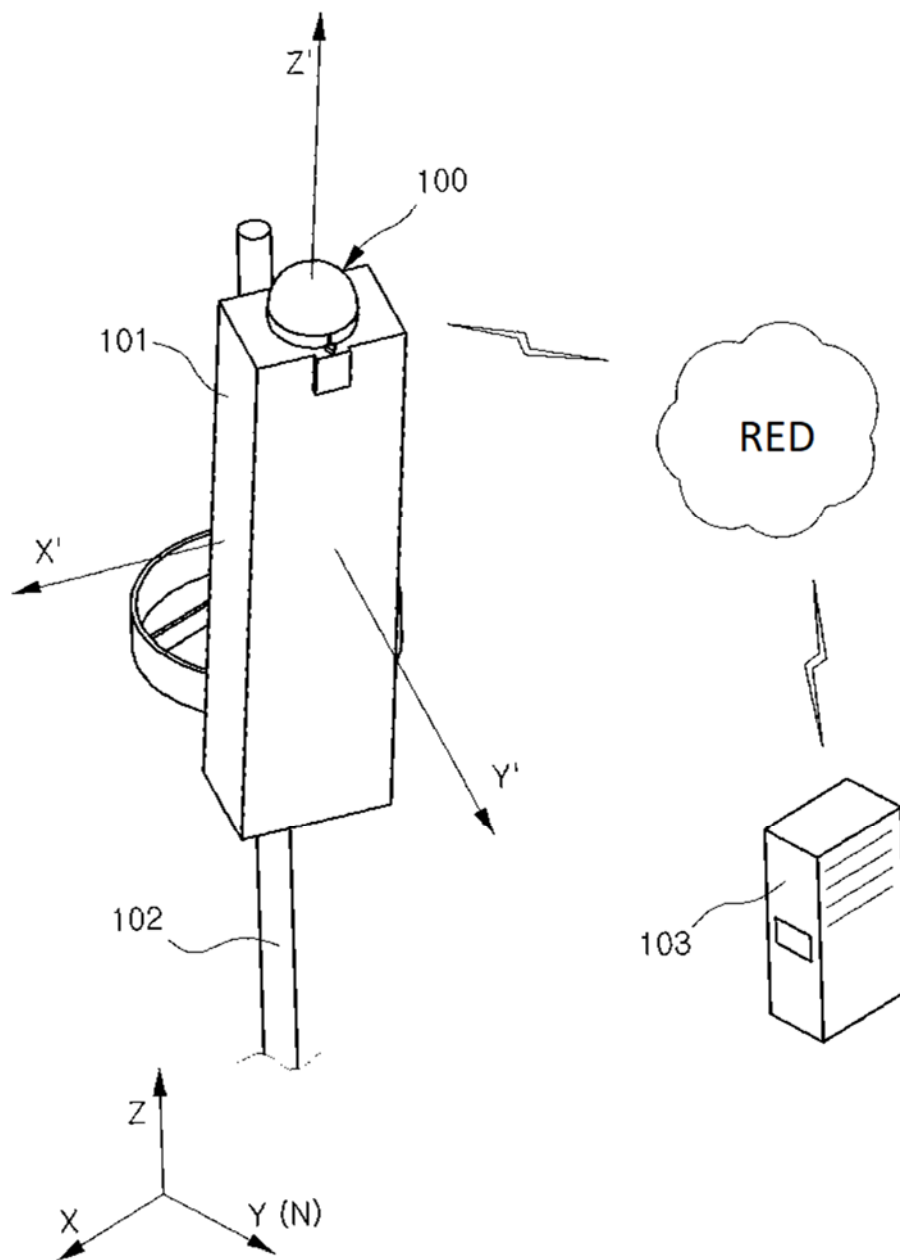


FIG. 2

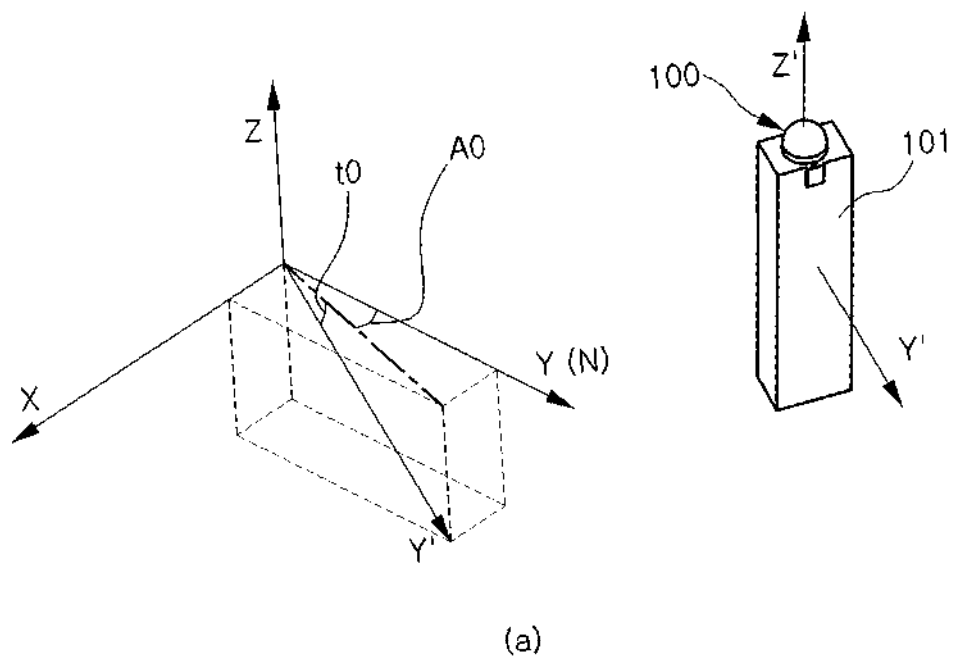


FIG. 3

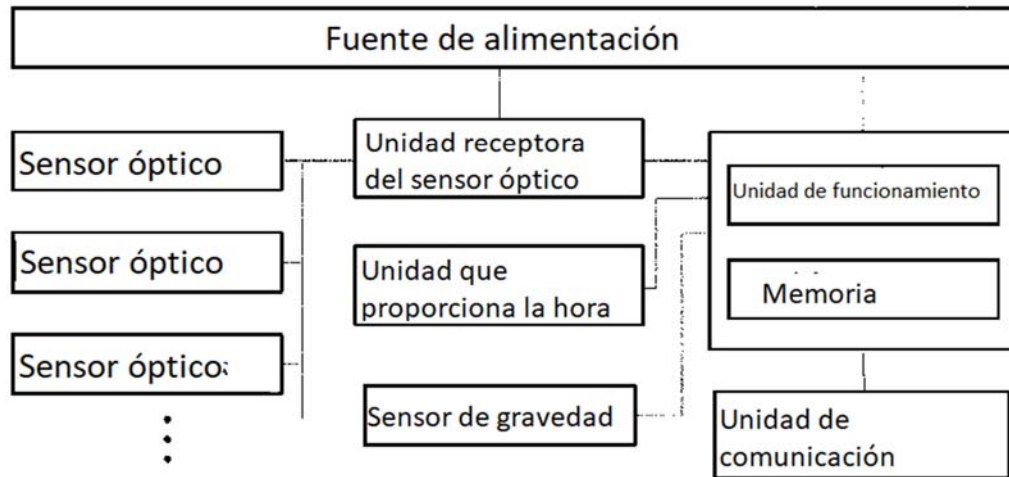


FIG. 4

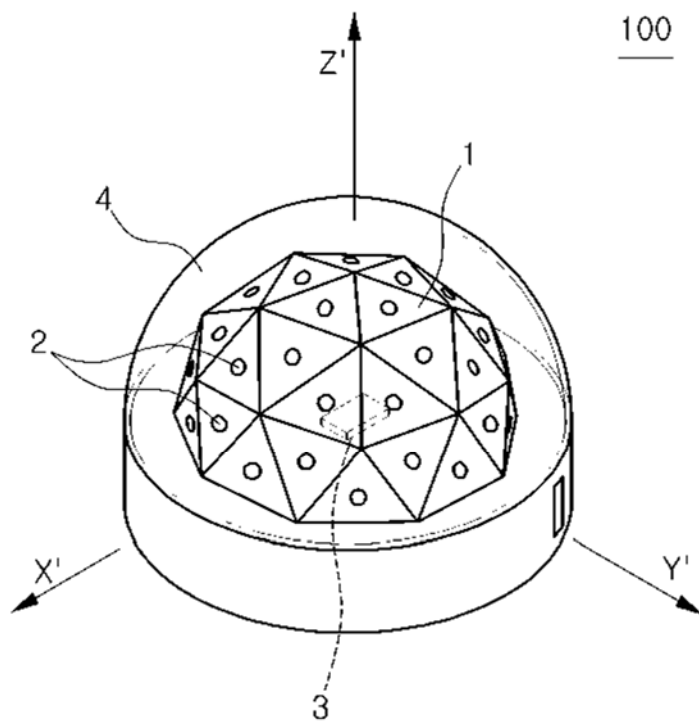


FIG. 5

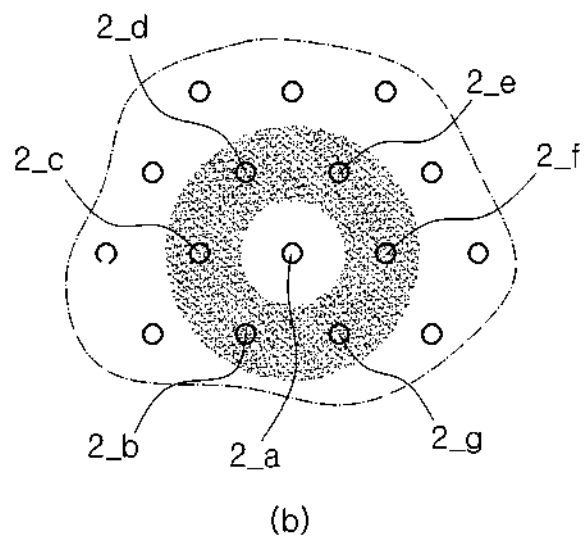
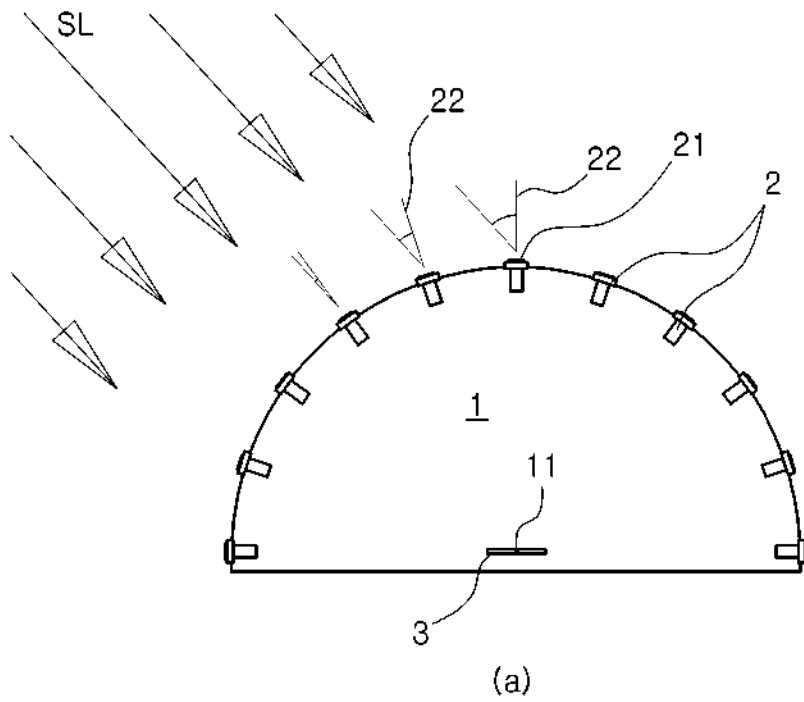


FIG. 6

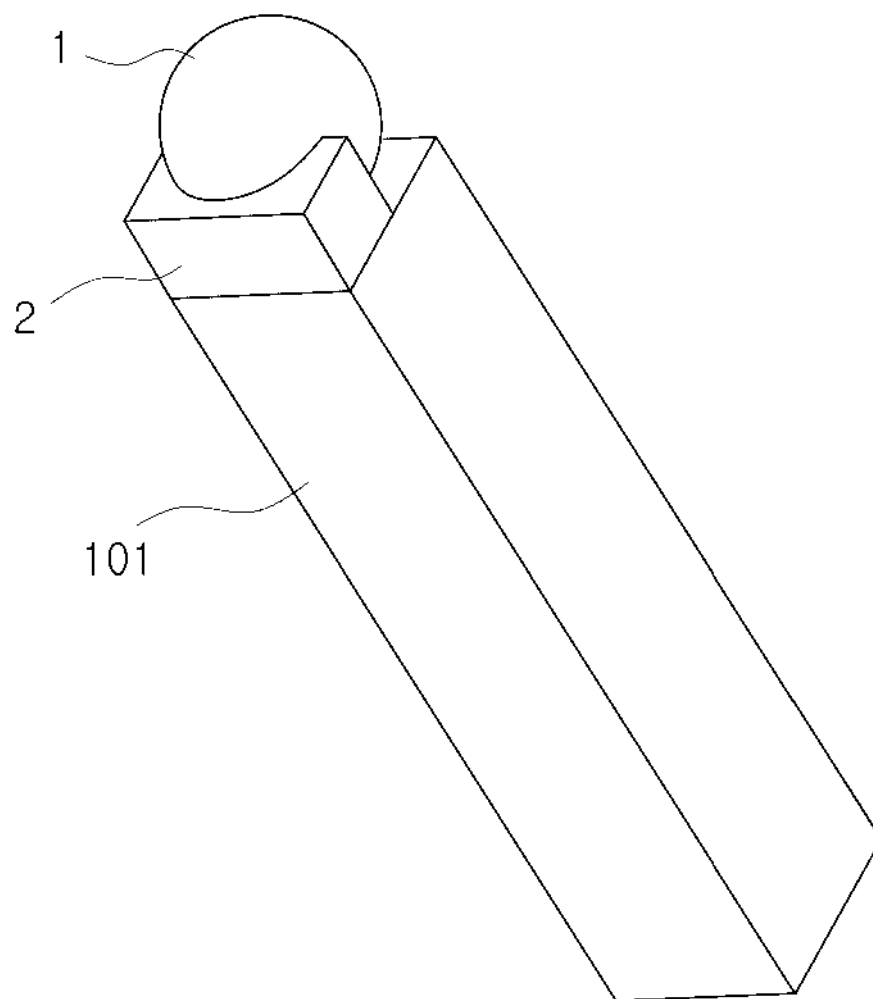


FIG. 7

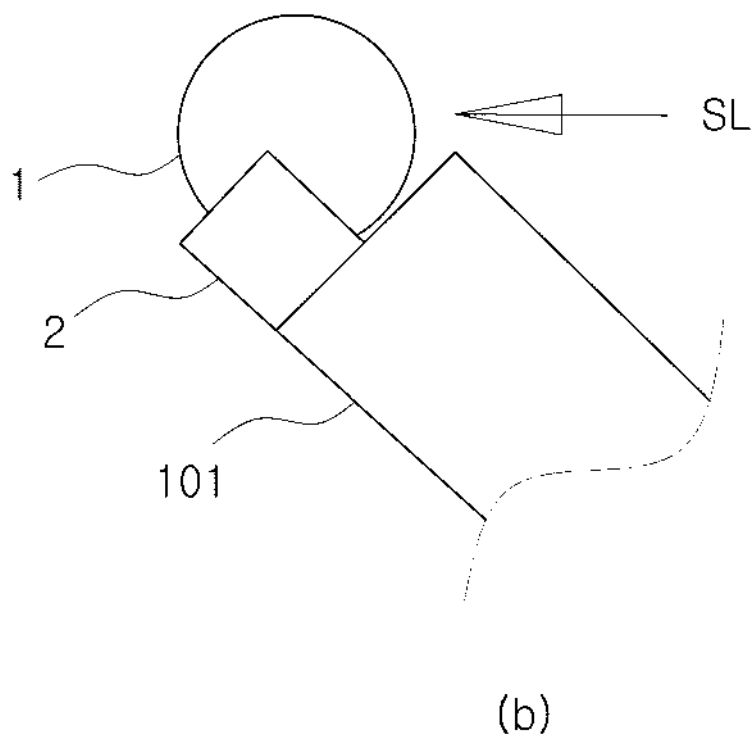
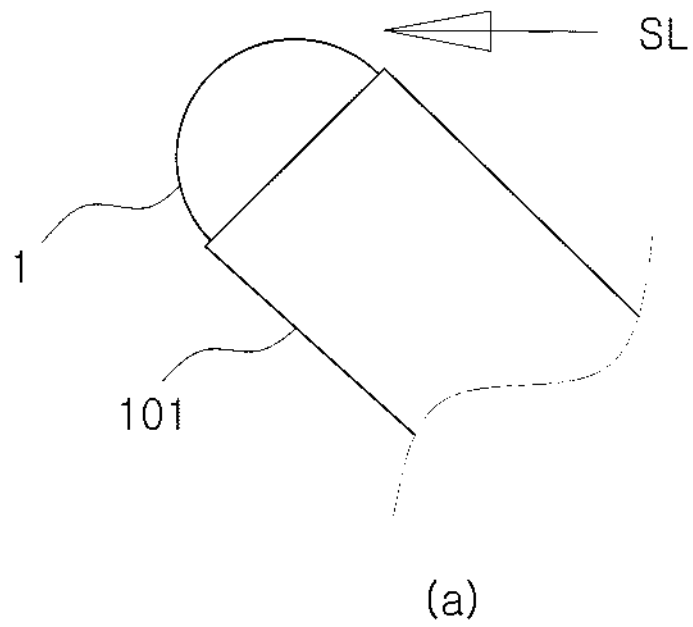


FIG. 8

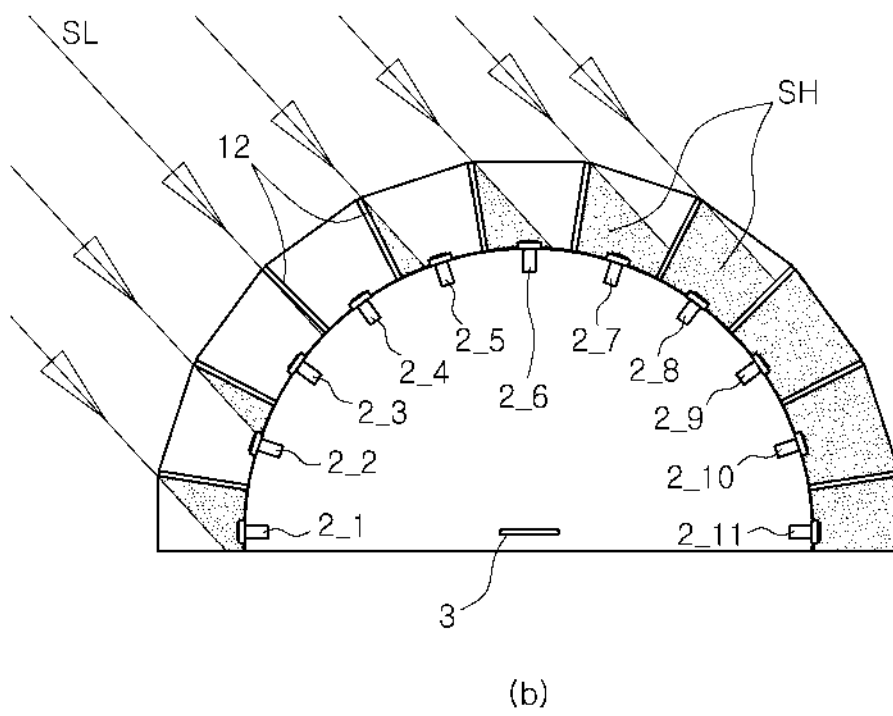
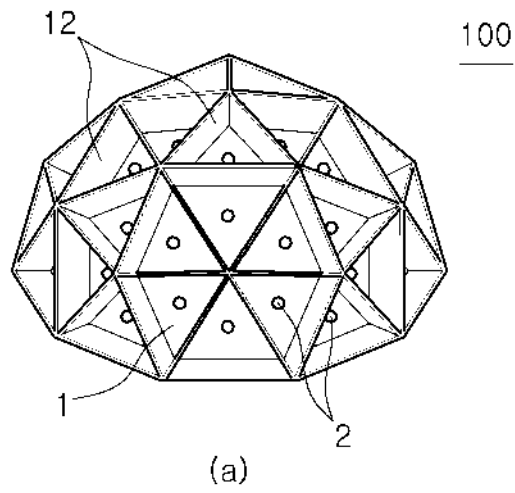


FIG. 9

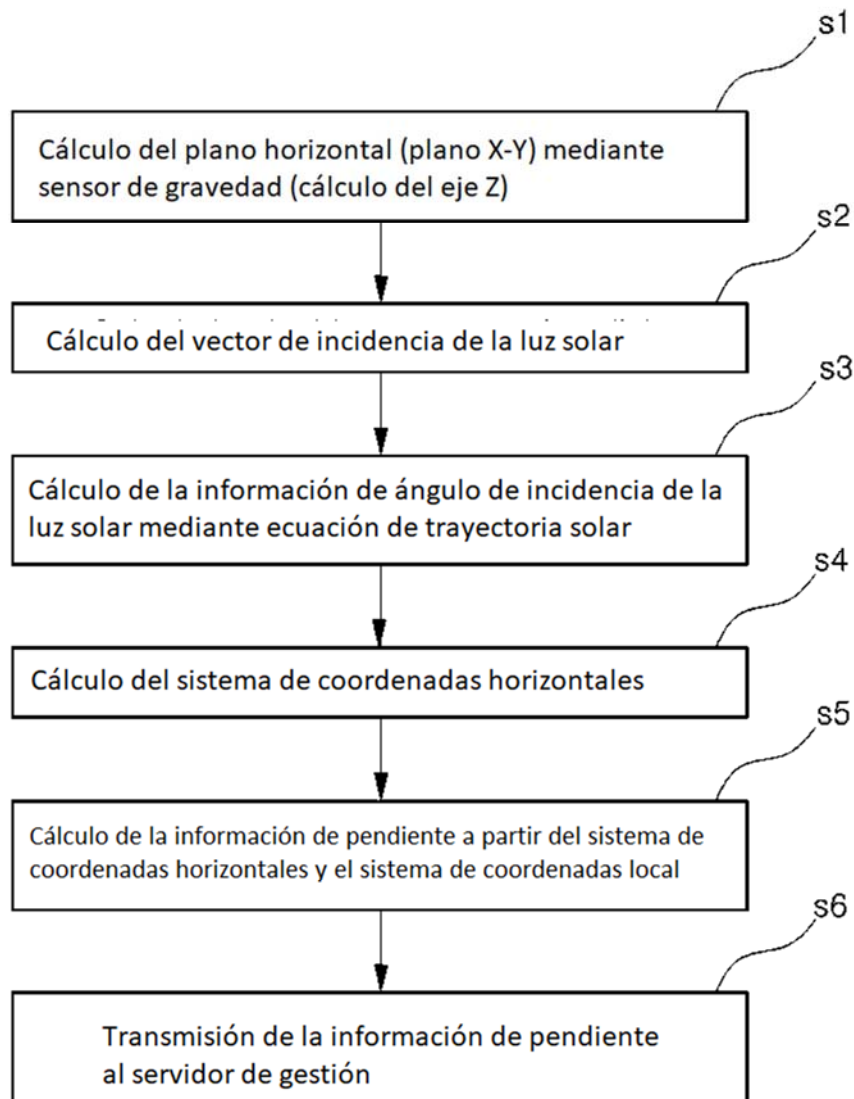


FIG. 10

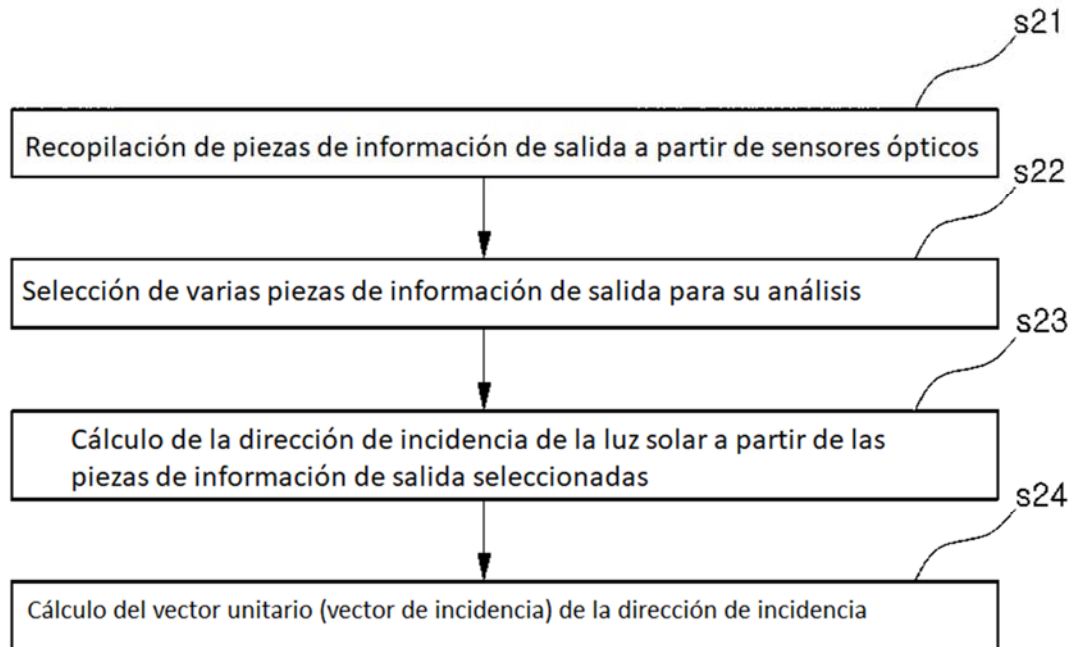


FIG. 11

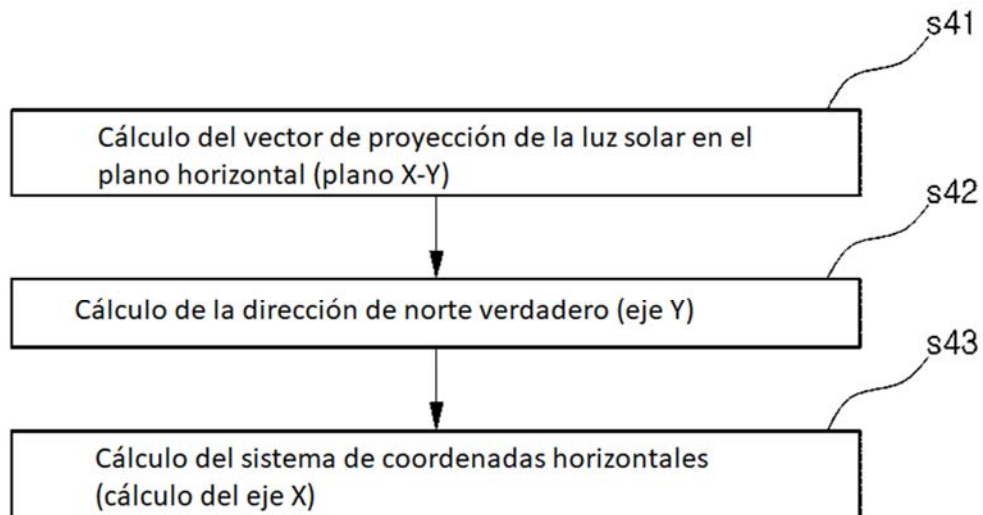


FIG. 12

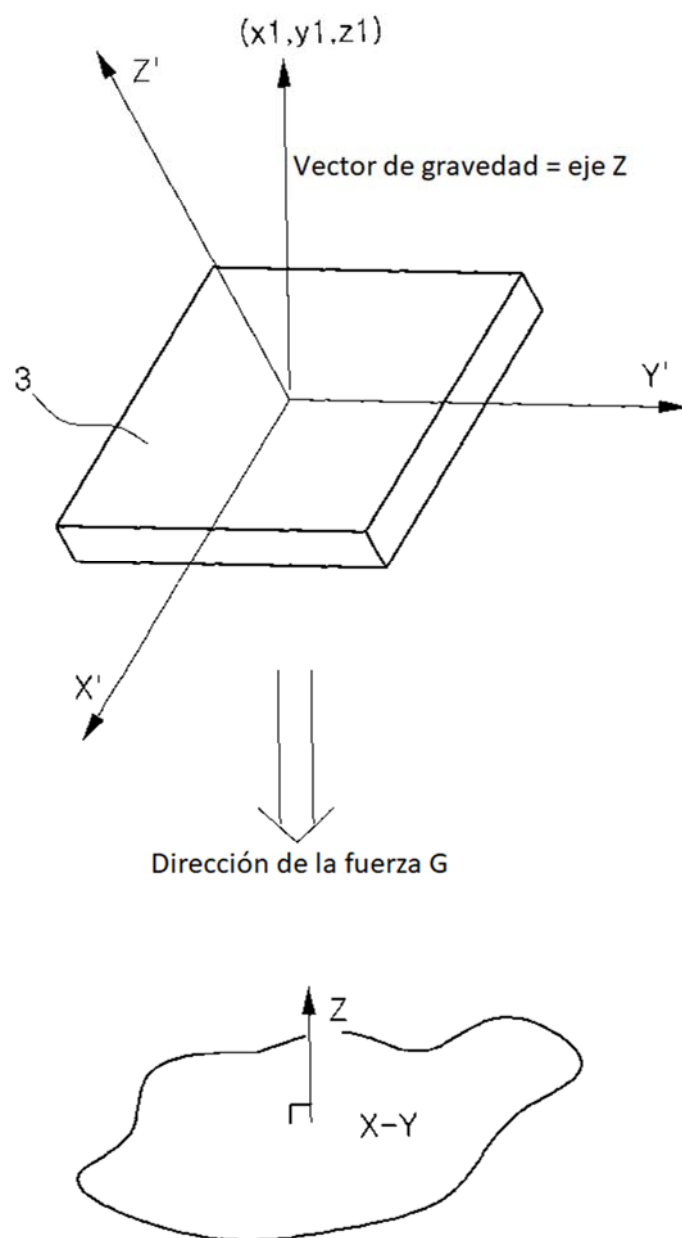


FIG. 13

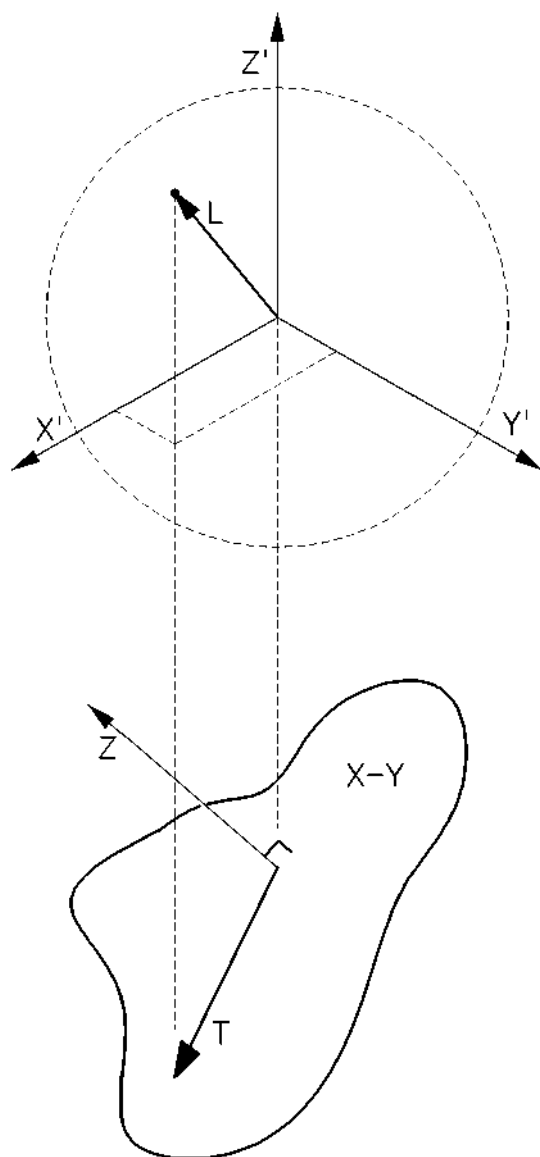


FIG. 14

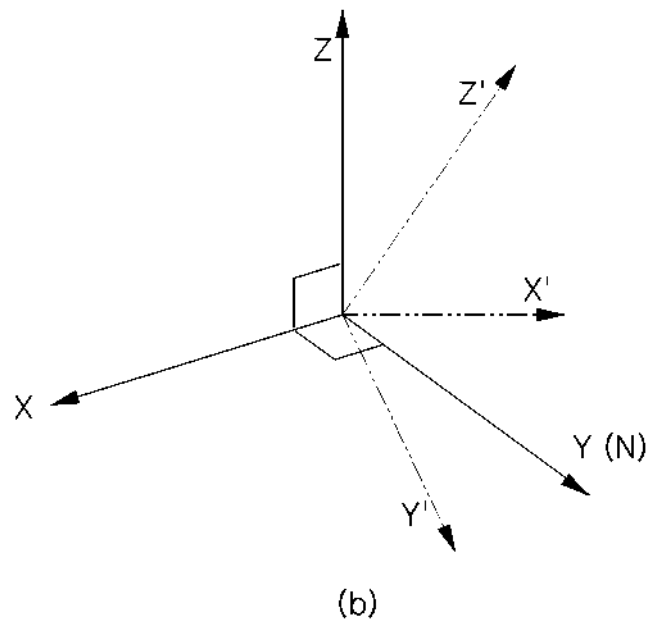
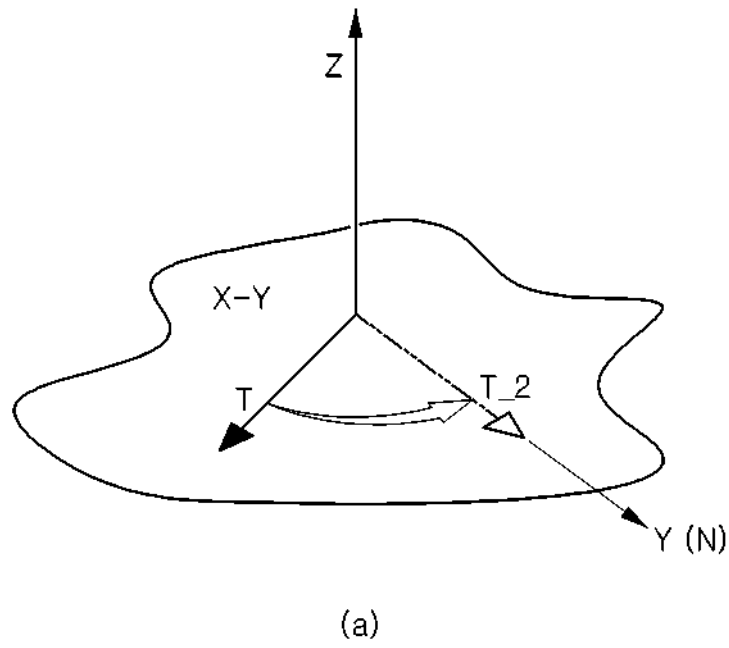


FIG. 15

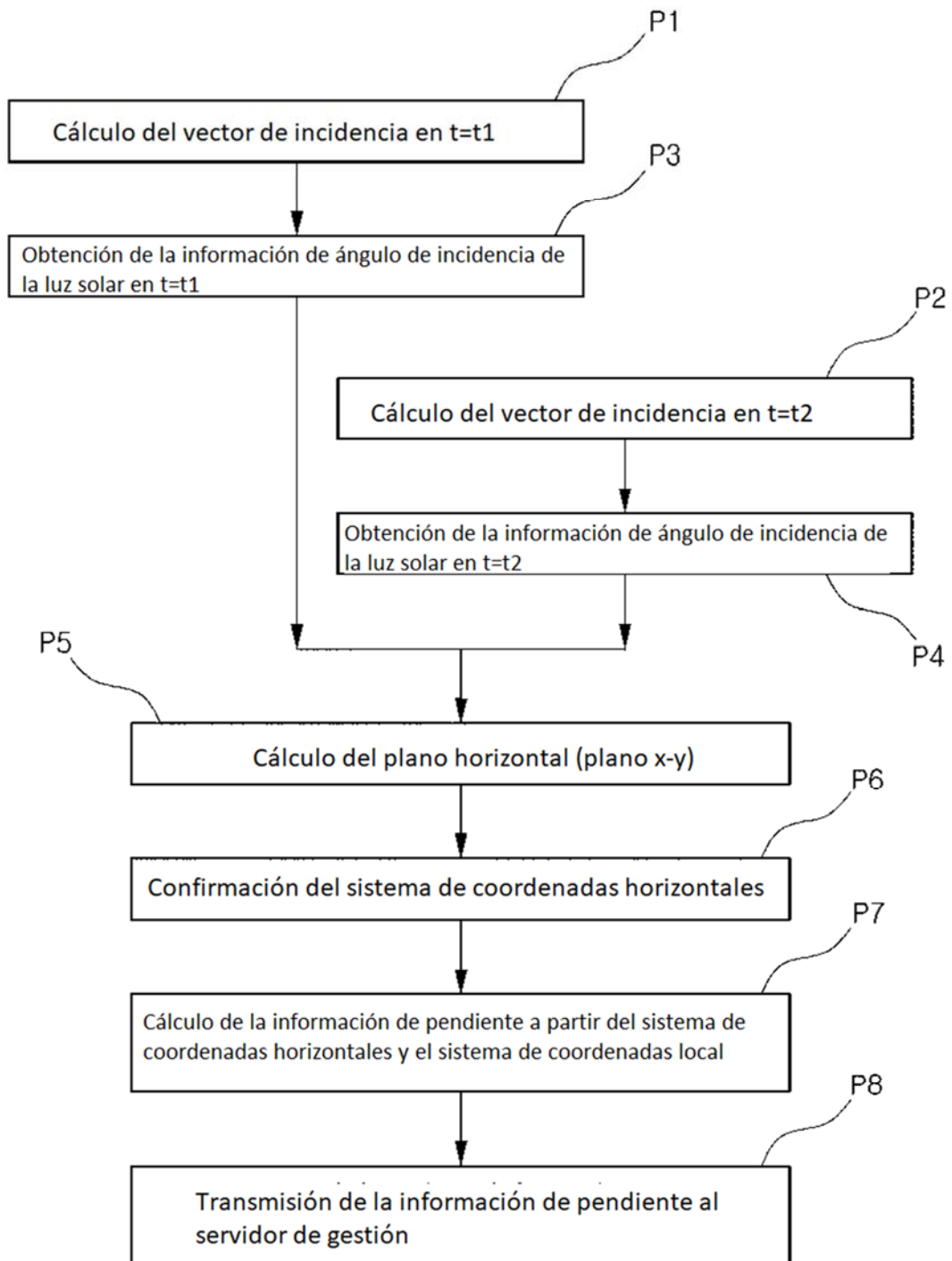
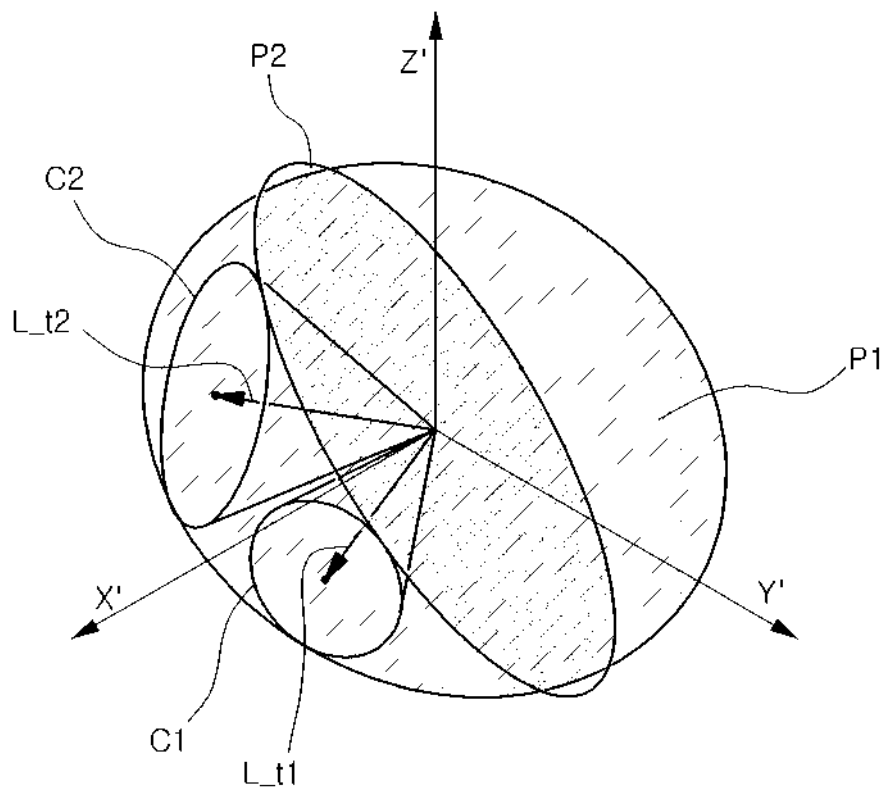
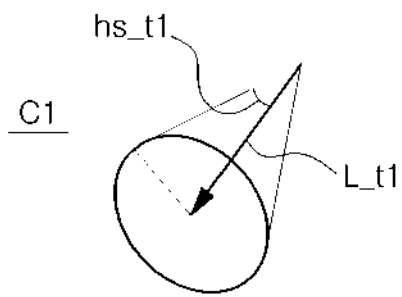


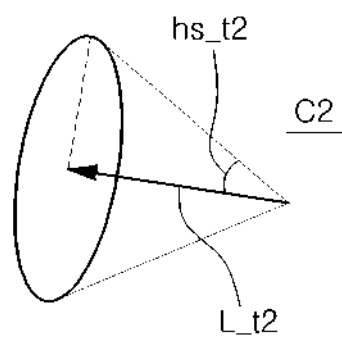
FIG. 16



(a)



(b)



(c)

FIG. 17

