

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 643**

21 Número de solicitud: 201730883

51 Int. Cl.:

G06F 3/00 (2006.01)

G01S 5/16 (2006.01)

G01C 21/00 (2006.01)

G06T 19/00 (2011.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

04.07.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

04.01.2018

Fecha de concesión:

18.07.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

25.07.2018

73 Titular/es:

IBÁÑEZ CRUZ, Javier (75.0%)

C/ COLOM 24

46184 SAN ANTONIO DE BENAGEBER (Valencia) ES y

VIRTUALWARE 2007, S.A. (25.0%)

72 Inventor/es:

IBÁÑEZ CRUZ, Javier

74 Agente/Representante:

SANABRIA SAN EMETERIO, Cristina Petra

54 Título: **SISTEMA DE POSICIONAMIENTO**

57 Resumen:

Sistema de posicionamiento.

Especialmente concebido para espacios cubiertos de grandes dimensiones, está constituido a partir de una serie de módulos espaciales (1) estáticos convenientemente distribuidos y una serie de unidades de rastreo (2), asociadas a cada jugador o usuario, de manera que los módulos espaciales (1) están constituidos a partir de un panel de forma cuadrada, en la que se integran dos agrupaciones de diodos LED de diferente tipo, LEDs de referencia (5) de espectro visible, y LEDs de identificación (6) infrarrojos, incluyendo cada módulo espacial (1) con medios de configuración para sus diodos de identificación (6) así como medios de alimentación o conexión a una fuente de alimentación. Paralelamente, las unidades de rastreo (2) incorporan una serie de cámaras (7) con distintas orientaciones, asociadas a una unidad de procesamiento de imágenes (8), contando con un puerto de comunicaciones (9) y medios de alimentación eléctrica (10). El sistema se complementa con un software de procesado de la información enviada y previamente gestionada por las unidades de rastreo el cual puede implementarse indistintamente a través de la unidad de proceso asociada a cada unidad de rastreo o bien en una unidad de proceso externa de mayor potencia, a través de una red de comunicaciones.

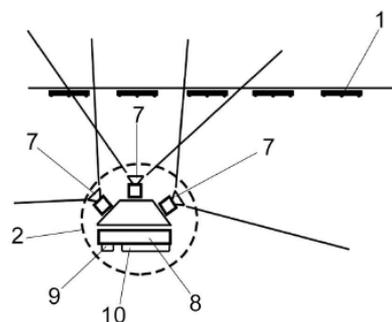


FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 648 643 B2

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO

DESCRIPCIÓN

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de posicionamiento, más concretamente para el posicionado de objetos en diferentes tipos de espacios para múltiples aplicaciones.

10 El objeto de la invención es proporcionar un sistema de posicionamiento que pueda aplicarse de forma efectiva en espacios cerrados, sin generación de “zonas muertas” debido a la existencia de obstáculos tales como columnas, pasillos, etc, y sin límite de usuarios.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En algunos sistemas de posicionamiento existentes hasta la fecha participan una pluralidad de cámaras que se ubican en el espacio operativo, de manera que cada usuario del sistema dispone de un casco, gafas o elemento similar en el que se se disponen uno o 20 varios diodos LED identificadores que son identificados a través de las citadas cámaras por medio del correspondiente software de identificación, de manera que dicha identificación no resulta posible cuando el espacio operativo incluye obstáculos a la visión de las cámaras, tales como columnas, mamparos, pasillos, etc.

25

De igual manera, este tipo de sistemas tienen limitado el número de usuarios o jugadores, debido a la limitación en los medios de identificación de cada usuario, es decir la limitación de colores que ofrecen los diodos utilizados, o en caso de usar varios, la disposición espacial de los mismos para llevar a cabo dicha identificación, por lo que en determinado 30 tipo de juegos o espacios (museos por ejemplo), resultan a todas luces insuficientes.

Tratando de obviar esta problemática, de forma meramente teórica, en la publicación “Study on an Indoor Tracking System Based on Primary and Assistant Infrared Markers”, se describe un hipotético sistema para la localización y seguimiento de usuarios

independientes en aplicaciones de realidad aumentada basado en marcadores infrarrojos situados en el techo de una instalación interior de grandes dimensiones.

5 El sistema propuesto emplea técnicas de visión artificial para el seguimiento de la cabeza del usuario que lleva un casco (HMD) con una cámara incorporada para captar las imágenes de los marcadores que son transmitidas a un ordenador portátil a través de un conector USB 2.0, no siendo necesaria la sincronización entre marcadores y cámara.

10 El sistema prevé dos tipos de marcadores: marcadores secundarios, consistentes en 9 LEDs infrarrojos, activados durante todo el proceso de registro, y marcadores primarios, concretamente 4 LEDs infrarrojos, controlados para destellar con un patrón de codificación dado.

15 Si bien este sistema resolvería la problemática anteriormente expuesta, en el propio artículo se reconoce la inviabilidad del proyecto con la tecnología actual, debiéndose destacar los siguientes problemas técnicos:

- 20 • Las unidades espaciales constituyen elementos activos con iluminación variable, lo que complica el proceso de reconocimiento.
- La información captada por las cámaras se decodifica de forma serializada en el tiempo, lo que requiere un número mínimo de fotogramas para obtener el reconocimiento de la identificación, esto produce un tiempo de espera mínimo para obtener el posicionamiento.
- 25 • Al utilizar diodos infrarrojos tanto para posicionar como identificar, es necesaria la aplicación de filtros especializados para dejar pasar solo el infrarrojo a las cámaras, afectando el ruido predominante en componente infrarroja al posicionamiento.
- 30 • Precisa un control histórico sincronizado con el encendido de los diodos LED, lo que incrementa las posibilidades de error.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 El sistema de posicionamiento que se preconiza resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, en los diferentes aspectos comentados.

10 Para ello, en el sistema de la invención participan dos tipos de elementos fundamentales que interaccionan entre sí para proporcionar al sistema la posición absoluta de cada usuario en un sistema de referencia global referido a la posición concreta de cada usuario.

15 De forma más concreta, se ha previsto que el espacio de interacción o sistema de referencia absoluto pueda dividirse en planta en una serie de sectores para dar cobertura al area de tracking, en cada una de las cuales se establece un módulo espacial, ubicado en el techo o suspendido del mismo, siempre y cuando se encuentre por encima de la altura máxima de los objetos o usuarios a posicionar, siendo cada módulo un elemento estático y materializado en un panel de forma cuadrada de dimensiones preestablecidas, que integra un conjunto de diodos LED adoptando una determinada configuración.

20 Los diodos LEDs que participan en estos módulos se diferencian en dos tipos, por un lado se definen diodos LEDs de referencia, que emiten luz en longitud de onda visible, y por otra parte se establecen diodos LED de identificación, cuya longitud de onda es infrarroja, para ocultar la identificación a simple vista, de forma que el software permita su distinción, de forma rápida y sencilla.

25 Los LEDs de referencia están encendidos de igual forma en todos los paneles, mientras que los LEDs de identificación se encienden representando un identificador asociado al panel correspondiente.

30 Los LEDs de identificación también permiten saber la orientación del panel y consecuentemente la posición del usuario.

Cada panel se puede configurar para cualquier elemento identificador mediante un elemento externo que se comunica mediante un conector desenchufable.

El panel puede ser una placa de circuito impreso (PCB) en la cual se sueldan tanto los LED, como los componentes electrónicos necesarios para la puesta en marcha del mismo.

- 5 Cada panel es completamente pasivo, de manera que una vez reciben alimentación por medio de un conector de corriente, los LEDs se encienden y permanecen en este estado de forma continua.

10 El segundo de los elementos que participan en el sistema de la invención son las unidades de rastreo, unidades que se asociarán a cada usuario o jugador y que consisten en un elemento independiente capaz de reconocer los LEDs de los paneles en unas condiciones de iluminación ambiental tenues.

15 Para ello, estas unidades de rastreo incorporan una serie de cámaras debidamente orientadas, asociadas a una unidad de procesamiento de imágenes embebido, contando con un puerto de comunicaciones y los indispensables medios de alimentación eléctrica, ya sean baterías o cable.

20 La unidad de rastreo utiliza una única cámara en cada instante, y el propio sistema según su pose, selecciona la cámara más adecuada de forma que observe el mayor número de módulos espaciales de forma que el plano del módulo espacial más próximo sea lo más perpendicular posible al eje óptico de la cámara.

25 Las cámaras están dispuestas de forma que cada uno de sus ejes apunta en una dirección diferente, con objeto de que el campo de visión conjunto cubra un campo amplio, manteniendo márgenes de solape entre ellos.

30 Este dispositivo puede ser inalámbrico o no, a la hora de comunicarse con un elemento que haga uso de la posición absoluta de la unidad de rastreo en el sistema de referencia asociado a los módulos espaciales, siendo este elemento convencional y por lo tanto quedando fuera del objeto de la presente invención.

A partir de esta estructuración, y como acaba de decirse, la unidad de rastreo, a través de su propia unidad de procesamiento, calcula su posición relativa en función de los módulos

espaciales más próximos identificados por sus cámaras.

5 En cuanto a la adquisición y procesamiento de las imágenes, en un modo continuo de vídeo, el sensor de la cámara activa obtiene la imagen bajo una configuración fija de parámetros, donde se utiliza un tiempo de exposición reducido para eliminar el ruido de la luz ambiental, produciendo una imagen de los LEDs limpia sobre fondo vacío.

10 A continuación se subdivide la imagen para ser procesada por partes en diferentes hilos de ejecución. Cada uno de ellos localiza los centros de los LEDs, que en la imagen se centran en blobs de píxeles y se almacenan sus coordenadas en el plano imagen. Una vez procesadas las partes se juntan todos los blobs y se clasifican en blobs de referencia y blobs de identificación.

15 De esta forma, se utiliza un sistema embebido de procesamiento de la imagen, sin necesidad de enviar toda la información al PC, consiguiéndose un acceso de baja latencia a la imagen, requisito indispensable para la viabilidad del sistema, enviando solo estructuras de datos codificadas con la información necesaria para obtener la pose del elemento de rastreo. Este sistema embebido permite mediante un multiplexor la conexión desde 1 a N cámaras, cubriendo el área de visión requerida por cada aplicación, sin afectar
20 esto a la capacidad de procesamiento.

25 En cuanto a las comunicaciones, cada una de las unidades de rastreo envía la lista de los blobs localizados al equipo donde se realiza el cálculo final mediante una interfaz de comunicaciones ya sea por red local o por Wi-Fi, en caso de requerirse menor latencia.

30 Tal y como se ha dicho anteriormente, el procesado de la información obtenida por las unidades de rastreo puede llevarse a cabo a través de la unidad de proceso asociada a los mismos o bien en una unidad de proceso externa de mayor potencia, a través de una red de comunicaciones, de manera que en cualquiera de los casos en dicho proceso de procesado se llevarán a cabo las siguientes fases operativas:

- Corrección de la distorsión

Las coordenadas obtenidas por el algoritmo de reconocimiento de imagen son corregidas aplicando la distorsión de la lente mediante un sistema que hace uso de

la matriz intrínseca de la cámara y los coeficientes de distorsión según el modelo empleado.

- Algoritmo de identificación

5 Una vez en disposición de la lista de blobs sin distorsión, se ejecuta el algoritmo de identificación para cada una de las unidades de rastreo. El algoritmo, localiza en primer lugar los blobs de referencia, los cuales le permiten proyectar una rejilla interior a cada panel, sobre esta rejilla y comprobando si caen o no blobs en cada una de sus casillas se obtiene la matriz asociada al panel. Esta matriz contiene la orientación y el ID del panel. De forma que se tiene la capacidad de identificar cada 10 uno de los LEDs reales con los blobs localizados.

- Obtención de la posición 3D

15 Una vez asociados todos los blobs con su correspondiente LED real, se aplica un algoritmo para solución del problema “Perspective – n – Point”, el cual se puede resolver por varios métodos de optimización, en este caso se utiliza un método que permite minimizar el error de reproyección de forma iterativa. De lo cual se obtiene la posición y orientación del sistema de referencia de la cámara en el sistema de referencia absoluto.

20

- Adquisición de la unidad inercial

25 Como mejora de la estabilidad y filtrado se puede o no obtener los datos de una unidad Inercial IMU, para combinar con los obtenidos del sistema óptico, ya que estos sensores disponen de un refresco mucho más elevado que los fotogramas por segundo que permite la cámara.

- Filtro y fusión de sensores

30 Finalmente se aplica un filtro que combina la fusión de sensores entre los datos tanto del sistema óptico como del inercial así como sus estados pasados.

El resultado final es la obtención de la posición en modo de vector X,Y, Z y la orientación en representación de cuaternión X,Y,Z,W de cada uno de las unidades de rastreo. Este proceso se realiza a un mínimo de 40Hz y de forma independiente.

A partir de esta estructuración, se derivan las siguientes ventajas:

- 5 • El uso del sistema a modo rejilla donde todos los elementos en ella son pasivos e idénticos, hace de él un sistema escalable en área, solo limitado por el número de bits de los LEDs de identificación, de manera que con un número de 16 bits se obtiene un zona de tracking equivalente a una superficie mayor de 20.000m².

- 10 • Al ser un sistema “inside-out”, es decir un sistema en el que cada elemento tiene su propia posición de forma interna, también es escalable al nivel de objetos posicionados de forma simultánea, ya que al ser independientes entre ellos no afecta a las especificaciones técnicas el hecho de incrementar el número de elementos posicionados.

- 15 • Dado que el sistema de referencia obtenido a partir de los módulos espaciales se sitúa en el techo por encima de los usuarios, en todo momento se dispone de alguna cámara apuntando en esa dirección por lo que la oclusión entre objetos es mínima, pudiendo aproximarse unos a otros siempre y cuando no se coloque uno encima de otro.

- 20 • Los módulos espaciales son pasivos, de manera que la complejidad del sistema no se incrementa con el área, solamente requieren de conexión a alimentación eléctrica en cualquier toma estándar mediante una fuente de alimentación, siendo la iluminación de los diodos LED estática, lo que simplifica el reconocimiento, siendo más robusto y escalable.

- 25 • El reconocimiento de la identificación y el posicionamiento se obtiene de forma inequívoca con un solo fotograma, sin necesidad de decodificar información de forma serializada en el tiempo, lo cual en permite el recuperar la posición después de una posible pérdida sin necesidad de una espera mínima

- 30 • El uso de varias cámaras multiplexadas redundante en un campo mayor con buena resolución, sin pérdida de capacidad de procesamiento ni precisión en el procesamiento.

- 35 • El sistema combina diodos LED tanto infrarrojos para la identificación, como diodos LED en el rango visible para el posicionamiento, de forma que no es necesaria la

aplicación de filtros especializados para dejar pasar solo el infrarrojo a las cámaras, de esta forma el ruido predominante en componente infrarroja no afecta al posicionamiento. Siendo las referencias obtenidas por los diodos LED visibles más estables.

5

- El sistema de posicionamiento óptico, se combina con unidades inerciales para mejorar el tiempo de respuesta y reducir el ruido en la posición final.

10

- El uso de dos longitudes de onda de forma simultanea simplifica en gran medida el algoritmo de identificación de la identificación, de forma que se reduce la latencia general del sistema, y la capacidad de procesamiento necesaria.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de planos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

20

La figura 1.- Muestra una vista en alzado de los elementos fundamentales que participan en un sistema de posicionamiento realizado de acuerdo con el objeto de la invención.

25

La figura 2.- Muestra un detalle esquemático de la configuración de uno de los módulos espaciales que participan en el sistema de la invención.

30

La figura 3.- Muestra una vista en planta de la posible distribución de los módulos espaciales sobre una superficie de operaciones en la que se definen zonas irregulares.

30

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

35

A la vista de las figuras reseñadas puede observarse como el sistema de posicionamiento para realidad virtual objeto de la invención, está constituido a partir de dos elementos fundamentales, una serie de módulos espaciales (1) estáticos y convenientemente

distribuidos superiormente sobre la superficie operativa y una serie de unidades de rastreo (2), asociadas a cada jugador o usuario.

5 Tal y como se puede observar en la figura 3, se ha previsto que el espacio de interacción (3) o sistema de referencia absoluto se divida en planta en una serie de sectores o celdas equidistantes y contiguas, en cada una de las cuales se establece un módulo espacial (1), de manera que dichos módulos se disponen todos ellos de forma equidistante, a una distancia (d), adaptándose a las irregularidades (4) en planta que pueda tener dicho espacio de interacción (3).

10

De acuerdo con la figura 2, los módulos espaciales (1) están materializados en un panel de forma cuadrada, en la que se integran dos agrupaciones de diodos LED de diferente tipo.

15 De forma más concreta, en dichos módulos se establecen una serie de diodos LEDs de referencia (5), y una serie de diodos LED de identificación (6).

Los diodos LED de referencia (5) emiten luz en longitud de onda visible, mientras que los diodos LED de identificación (6) emitirán en longitud de onda infrarroja, de forma que el software permita su distinción.

20

De esta forma, los LEDs de referencia (5) están encendidos de igual forma en todos los paneles, mientras que los LEDs de identificación se encienden representando un identificador asociado al panel correspondiente, permitiendo igualmente saber la orientación del panel y consecuentemente la posición del usuario.

25

De esta forma, cada panel o módulo espacial (1) se puede configurar para cualquier elemento identificador mediante un elemento externo que se comunica a través de un conector desenchufable.

30 Preferentemente, se ha previsto el empleo de 8 diodos LED en el rango visible para el posicionamiento, y 16 diodos LED infrarrojos con una codificación binaria para la identificación, además de 6 diodos LED infrarrojos para corrección de errores y acelerado del algoritmo de búsqueda. No obstante esta solución se debe a simples criterios de diseño, de manera que el número de diodos LED en rango visible de referencia podría

reducirse hasta 4 (nunca menos), siendo esta distribución la óptima desde el punto de vista exclusivo del panel propiamente dicho, si bien ella conlleva una mayor complejidad en el proceso de reconocimiento, motivo por el que se ha optado en el ejemplo de realización por la participación de 8 diodos LED. En cuanto al resto de diodos led, su número podría
5 igualmente variar en función de distintos criterios de diseño.

El panel puede ser una placa de circuito impreso (PCB) en la cual se sueldan tanto los LED, como los componentes electrónicos necesarios para la puesta en marcha del mismo.

10 Por su parte, y de acuerdo con la figura 1, las unidades de rastreo (2), asociadas a cada usuario o jugador consisten en un elemento independiente capaz de reconocer los LEDs (5-6) de los paneles de cada módulo espacial (1) en unas condiciones de iluminación ambiental tenues.

15 Dichas unidades de rastreo (2) incorporan una serie de cámaras (7) debidamente orientadas, asociadas a una unidad de procesamiento de imágenes (8), contando con un puerto de comunicaciones (9) y los indispensables medios de alimentación eléctrica (10).

La unidad de rastreo (2) utiliza una única cámara en cada instante, y el propio sistema
20 según su pose, selecciona la cámara más adecuada de forma que observe el mayor número de módulos espaciales de forma que el plano del módulo espacial más próximo sea perpendicular al eje óptico de la cámara.

Tal y como se ha comentado anteriormente, las cámaras (7) están dispuestas de forma que
25 cada uno de sus ejes apunta en una dirección diferente, con objeto de que el campo de visión del conjunto cubra un campo amplio, manteniendo márgenes de solape entre ellos.

Solo resta señalar por último que las unidades de rastreo (2) puede ser inalámbricas o no, a la hora de comunicarse con unas gafas de realidad virtual o elemento encargado de
30 llevar a cabo la generación de las imágenes en función de la posición relativa en el seno del sistema de referencia de cada usuario, si bien la invención pretende ser independiente de los medios con los que finalmente se lleve a cabo dichas representaciones concretas posicionales, centrándose exclusivamente en el sistema mediante el cual es posible llevar a cabo el posicionamiento de los usuarios del sistema.

35

REIVINDICACIONES

1ª.- Sistema de posicionamiento, que estando especialmente concebido para espacios cubiertos de grandes dimensiones, se caracteriza porque en el mismo participan dos
5 elementos principales, una serie de módulos espaciales (1) estáticos y convenientemente distribuidos superiormente sobre la superficie operativa de acuerdo con una distribución a base de celdas equidistantes y contiguas, y una serie de unidades de rastreo (2), asociadas a cada jugador o usuario, con la particularidad de que los módulos espaciales (1) están constituidos a partir de un panel de forma preferentemente cuadrada, en el que
10 se integran dos agrupaciones de diodos LED de diferente tipo; diodos LED de referencia (5) con una longitud de onda en rango visible, y diodos LED de identificación (6) infrarrojos, incluyendo cada módulo espacial (1) medios de configuración para sus diodos de identificación (6) así como medios de alimentación o conexión a una fuente de alimentación; con la particularidad de que las unidades de rastreo (2) incorporan una serie
15 de cámaras (7) con distintas orientaciones, asociadas a una unidad de procesamiento de imágenes (8) con un sistema embebido de procesamiento previo de la imagen, contando con un puerto de comunicaciones (9) y los correspondientes medios de alimentación eléctrica (10); habiéndose previsto la inclusión de un software de procesado de la información obtenida por las unidades de rastreo el cual puede implementarse
20 indistintamente a través de la unidad de proceso asociada a cada unidad de rastreo o bien en una unidad de proceso externa de mayor potencia, a través de una red de comunicaciones.

2ª.- Sistema de posicionamiento, según reivindicación 1ª, caracterizado porque cada panel
25 o módulo espacial (1) incluye un conector externo como medio de configuración de los diodos LED de identificación (6).

3ª.- Sistema de posicionamiento, según reivindicación 1ª, caracterizado porque en cada
30 módulo espacial (1) participa un conjunto de 4 diodos LED en el rango visible para el posicionamiento.

4ª.- Sistema de posicionamiento, según reivindicación 1ª, caracterizado porque en cada
módulo espacial (1) participa un conjunto de 8 diodos LED en el rango visible para el
posicionamiento.

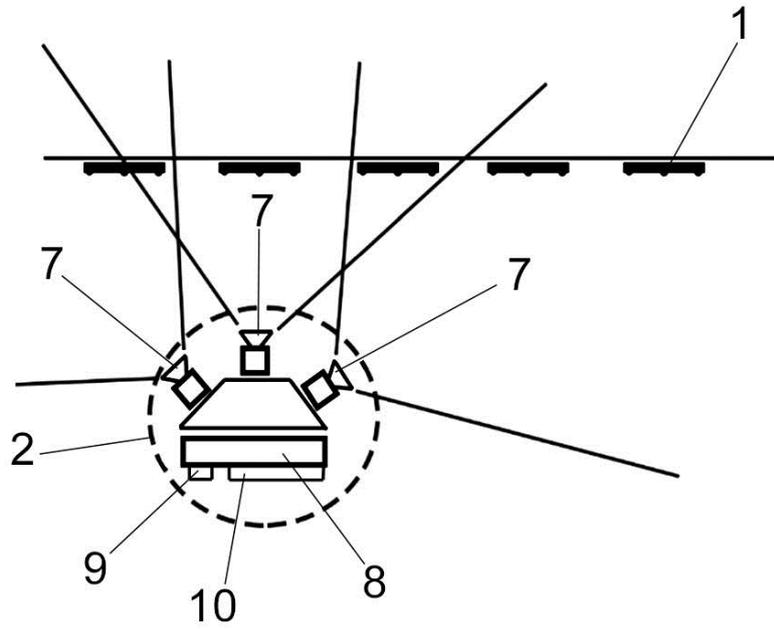


FIG. 1

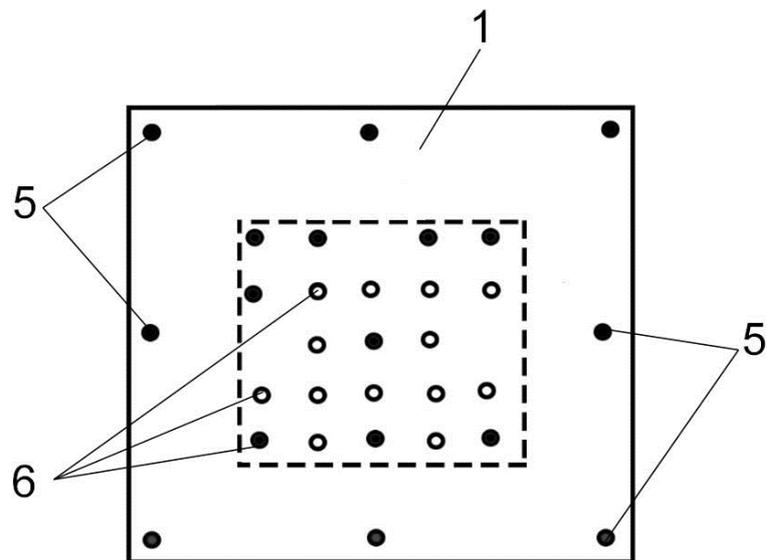


FIG. 2

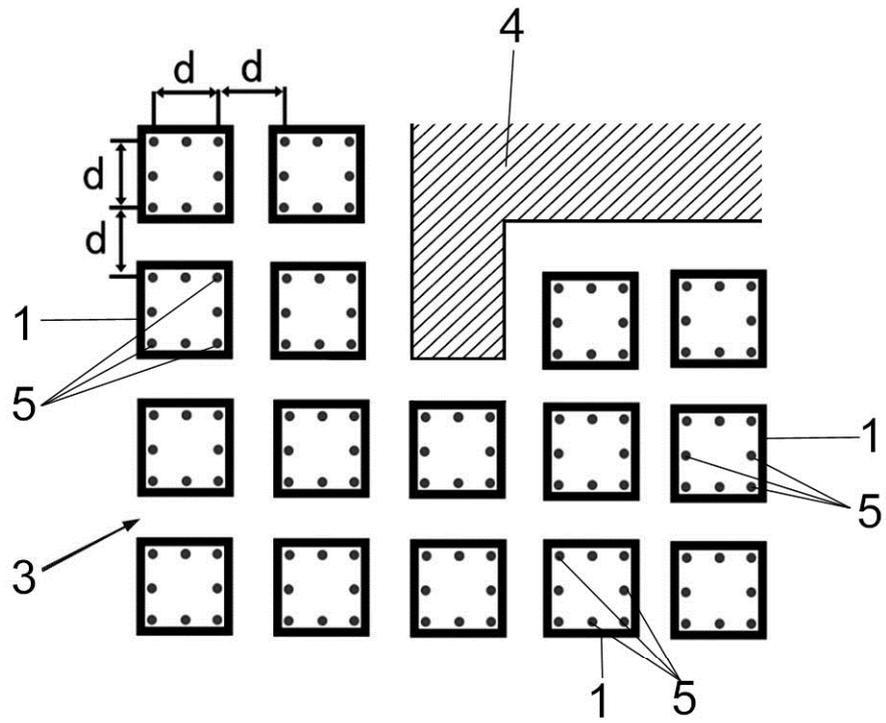


FIG. 3