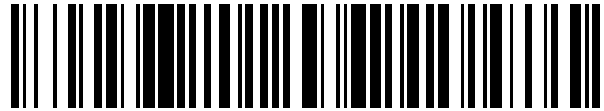


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 983**

51 Int. Cl.:

A63B 63/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2006 E 06706107 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 1855766**

54 Título: **Detector de portería para la detección de un objeto que pasa un plano de portería**

30 Prioridad:

09.03.2005 DK 200500352

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

09.03.2015

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München , DE**

72 Inventor/es:

ESKILDSEN, JØRN

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 530 983 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

Detector de portería para la detección de un objeto que pasa un plano de portería

5 La presente invención se refiere a un sistema para la detección de si un objeto móvil, tal como un objeto deportivo, por ejemplo un balón de fútbol o un disco de hockey sobre hielo, ha pasado un plano en el espacio, tal como un plano de portería definido, por ejemplo, como un plano vertical que se extiende desde una línea de portería, o un plano horizontal definido por el borde superior de la canasta de basquetbol.

Antecedentes

10 Tradicionalmente, el árbitro o los árbitros de una competición deportiva deciden a partir de una observación visual si el balón pasó o no el plano de portería. Sin embargo, esto puede ser muy difícil de determinar correctamente en situaciones donde el balón se regresa rápidamente y solamente ha pasado, o no pasado, por muy poco margen el plano de portería, y es particularmente difícil si el árbitro se posiciona inadecuadamente con respecto al plano de portería o se dedica a otra actividad del partido. Las cámaras de vídeo también pueden usarse para supervisar el plano de porterías, pero la resolución espacial y temporal de las cámaras de vídeo a menudo no son suficientes para proporcionar la información necesaria en casos de duda.

20 Un número de sistemas electrónicos se conocen en la técnica para determinar la posición de un balón en un campo deportivo por medios de sistemas de posicionamiento, como se describe en por ejemplo WO 01/66201, FR 2 753 633, FR 2 726 370, WO 99/34230, US 4 675 816, US 5 346 210 y WO 98/37932. Estos sistemas de posicionamiento pueden usarse por ejemplo para determinar si el balón ha pasado el borde del campo de juego y también las posiciones de los jugadores y proporcionar muchas informaciones útiles al árbitro. Sin embargo, la determinación del paso del plano de portería es un asunto muy delicado, debido a que puede ser determinante para el resultado de la competición deportiva y debido a que las distancias son pequeñas y la velocidad del objeto a menudo es muy alta, de manera que un sistema de determinación de la posición para proporcionar una determinación fiable de si el objeto ha pasado el plano de portería debe ser muy preciso en la determinación de la posición y al mismo tiempo tener una muy alta tasa de actualización de la determinación de la posición. El objeto puede por ejemplo moverse a 72 km/h o hasta 130 km/h, que es igual a 20 m/s y 36 m/s, respectivamente, lo que significa que una tasa de actualización de 1/100 s añadirá una incertidumbre de 20 cm o hasta 36 cm, respectivamente, a la posición determinada, lo cual es inaceptable con respecto a la determinación de un gol en una competición deportiva.

35 Los sistemas de posición con una determinación suficientemente precisa de la posición de un objeto deportivo y una tasa de actualización suficientemente alta para proporcionar indicaciones fiables del cruce de un plano de portería, son muy caros de instalar y mantener. Es por lo tanto deseable para proporcionar un sistema alternativo con una resolución suficientemente espacial así como temporal para proporcionar indicaciones fiables.

40 La US 5,976,038 describe un aparato para proporcionar una indicación de salida cuando un objeto de juego cruza la línea de juego determinante. El aparato comprende una antena receptora direccional, tal como una antena de disco reflector y en particular una antena Cassegrain proporcionada con alimentaciones duales, horizontalmente adyacentes, que se combinan para proporcionar suma y diferencia de señales. La antena se dispone fuera del campo de juego y se dirige a lo largo de la línea de juego determinante. Para proporcionar una resolución espacial suficientemente alta debido a la distancia entre la antena y el objeto de juego, el reflector de la antena debe tener dimensiones considerables. Un reflector de 30 pulgadas de ancho, 76 cm, proporcionará una zona de detección de 4 pulgadas de ancho, 10 cm, que junto con otras incertidumbres del sistema es aceptable para su uso con el fútbol americano como la patente se refiere, pero es inaceptable para muchos otros juegos deportivos y se requerirá un reflector mucho más grande.

50 La WO 2004/076003 describe un sistema para la detección de si un objeto móvil, tal como un objeto deportivo, ha pasado un plano de portería, que comprende una pluralidad de pares de antenas dispuestas a lo largo de la periferia del plano objetivo, las dos antenas de cada par que se disponen con un desplazamiento mutuo en la dirección perpendicular al plano objetivo. El paso del plano objetivo por el movimiento del objeto se detecta en una primera modalidad a partir de ondas de radio emitidas desde el objeto en movimiento y se detectan por las dos antenas, donde la salida de las dos antenas de cada par se restan. En una segunda modalidad, las antenas están emitiendo ondas de radio y el objeto en movimiento comprende los medios de recepción que detectan la entrada de cada una de las antenas. La posición del objeto en movimiento en el plano objetivo de esta manera puede detectarse como la posición donde las dos señales son iguales y su diferencia es cero.

55 La US 5,748,073 describe un sistema para la detección de si un disco de hockey sobre hielo pasó un marco de portería. Un número de antenas dipolo plegadas se disponen en la portería de hockey para detectar la salida de la onda de radio

de los circuitos resonantes en el disco. Los reflectores se disponen detrás de las antenas dipolo para incrementar la sensibilidad de las antenas.

5 La US 4,375,289 describe dos conductores eléctricos o bobinas emisoras que rodean o que envuelven el plano de portería en dos niveles verticales con una distancia mutua en la dirección perpendicular al plano de portería y que emite cada uno un campo electromagnético al proporcionar a los dos conductores corriente alterna en contrafase, de manera que el campo electromagnético perceptible en el objeto cuando pasa el plano de portería es cero en el plano medio entre los dos niveles debido a la interferencia destructiva, y el paso de este plano medio se determina a partir de mediciones de la intensidad del campo en un sensor en el balón. El sensor del balón empleado es una unidad pasiva que recibe energía del campo electromagnético mediante inducción de corriente en una bobina o antenas del sensor, y emite una señal en consecuencia, que se detecta por una bobina de detección situada entre los dos conductores, y la dirección del paso también puede detectarse por medio de una comparación de fase entre una señal recibida desde el sensor del balón y las fases de las corrientes en los conductores. El sistema también puede diseñarse inversamente con respecto a las bobinas emisoras y de detección, de manera que una bobina emisora se sitúa en el plano de portería entre dos bobinas de detección con la operación correspondiente del sistema, de manera que el balón se detecta al pasar el plano de portería cuando las señales detectadas en las dos bobinas de detección son iguales.

20 Sin embargo, esta disposición tiene el inconveniente de que la resolución espacial se limita por el tamaño del balón cuando la bobina del sensor sustancialmente rodea el diámetro del balón, lo cual es de importancia creciente a medida que disminuye la distancia entre el balón y la bobina de detección. Esto no es un problema mayor cuando se detecta la mayoría de los goles marcados cuando el balón claramente pasa el plano de portería, pero en situaciones de duda donde el balón pasa o no pasa por muy poco margen el plano de portería completamente y el balón se acerca a las bobinas, la resolución espacial no es suficiente para decidir con una precisión satisfactoria si el gol se ha marcado o no.

25 Además, el presente inventor ha descubierto que los campos electromagnéticos emitidos por las bobinas emisoras que rodean el plano de portería se distorsionan en el área cercana a las bobinas y en particular cerca del área donde las partes horizontales y verticales de las bobinas coinciden y el plano donde la interferencia destructiva es mayor y el campo combinado es cero, puede desviarse varios centímetros del plano de portería en esas áreas.

30 Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema para detectar el paso de un objeto que pasa un plano de portería con una precisión mejorada.

Con la presente invención se proporcionan varias características técnicas, que cada una o en combinación presentan tal mejora.

35 Breve descripción de la invención

Los conductores estacionarios descritos en la US 4,375,289 que envuelven el plano de portería y producen el campo electromagnético que se usa para detectar el paso del plano de portería, y que detectan alternativamente las señales emitidas por los sensores en el balón, pueden, en una modalidad ventajosa de la presente invención, seccionarse en una pluralidad de circuitos separados. Los problemas relacionados a la resolución espacial del sistema cuando el balón se acerca a la bobina detectora puede por lo tanto remediarse mediante la capacidad de tal sistema para separar los datos de detección relacionados a las diferentes partes del perímetro del plano de portería, de manera que los datos relativos a la sección más cercana al balón que pasa pueden no considerarse para decidir si el balón ha pasado el plano de portería. Esto por ejemplo puede llevarse a cabo proporcionando un campo electromagnético distinto a partir de cada una de las secciones de manera que la respuesta desde los sensores en el balón puede separarse en los medios de procesamiento de señales del sistema en respuestas en los campos desde las secciones separadas. En la modalidad donde las secciones se usan como detectores, cada sección puede proporcionar por ejemplo una salida separada a los medios de procesamiento de señales del sistema y de este modo permitir un análisis donde los problemas de campo cercano pueden remediarse. Además, el sistema puede establecerse sin tener que proporcionar un circuito eléctrico cerrado que rodee el plano de portería completamente como se muestra en la US 4,375,289, es decir que el sistema seccionado de conductores puede diseñarse para operar sin la presencia de conductores en la tierra bajo la línea de portería, que son inconvenientes para establecerse y conectarse a los conductores sobre tierra, en particular si la portería en si misma, a las que los conectores normalmente se fijan sobre tierra, necesita moverse. Además, la posición precisa del objeto en movimiento cuando pasa el plano de portería puede deducirse de la salida, lo cual es muy útil cuando se producen las animaciones del gol marcado (o no marcado) para la transmisión directa de televisión de un juego deportivo.

60 Por lo tanto, la presente invención como se reivindica se refiere a un sistema que comprende un objeto móvil, por ejemplo un balón de balonmano, un balón de fútbol o un disco de hockey sobre hielo,

medios emisores de ondas de radio dispuestos en el objeto móvil, preferentemente en la forma de un número de circuitos de antena sintonizados,

5 medios excitadores estacionarios dispuestos para excitar dichos medios emisores de ondas de radio, por ejemplo al emitir ondas electromagnéticas de una longitud de onda que corresponde a los circuitos sintonizados de los medios emisores de ondas de radio,

10 medios receptores estacionarios para recibir las ondas de radio desde los medios emisores de ondas de radio y proporcionar una salida en consecuencia,

15 una pluralidad de primeros circuitos de antena sustancialmente cerrados dispuestos a lo largo de la periferia de un plano objetivo, cada primer circuito de antena que comprende dos conductores sustancialmente paralelos que se extiende de forma sustancialmente paralela a dicha periferia del plano objetivo, dichos conductores paralelos que se disponen con una distancia mutua en la dirección perpendicular al plano objetivo, en donde dicha pluralidad de primeros circuitos de antena constituyen uno de dichos medios excitadores estacionarios y dichos medios receptores estacionarios,

20 el sistema además comprende medios de procesamiento para recibir y procesar dicha salida junto con un conjunto predeterminado de condiciones y que proporciona una salida resultante si se cumplen el conjunto de condiciones de manera que se determina si el objeto móvil pasó el plano objetivo.

25 Por el término primer circuito de antena se entiende un bucle cerrado de uno o más conductores dispuestos a lo largo de una trayectoria, preferentemente definido en un plano liso, de manera que el bucle envuelve un área. En una modalidad particularmente preferida, los primeros circuitos de antenas se disponen cada uno en una estructura rígida separada, tal como una estructura de placa.

30 Cuando el término "a lo largo de la periferia del plano objetivo" se usa, se entiende que los circuitos de la antena se disponen cerca de o de forma adyacente a la periferia, tal como dentro de 50 centímetros, preferentemente dentro de 20 centímetros de la periferia cuando se mide en el plano del plano objetivo y en la distancia lejos del plano objetivo.

El plano objetivo es generalmente el plano, cuyo medio de los objetos móviles, o más particularmente de los medios emisores de ondas de radio, deben pasar, para que se considere como que han pasado el plano objetivo, es decir que se marcó un gol.

35 Los conductores sustancialmente paralelos de cada primer circuito de antena se disponen en cada lado del plano objetivo en la misma distancia sustancialmente de forma perpendicular al plano objetivo.

40 El sistema adicionalmente comprende un segundo circuito de antena que se extiende sustancialmente en la periferia del plano objetivo y que constituye el otro de dichos medios excitadores estacionarios y dichos medios receptores estacionarios, es decir se sitúa donde la señal del objeto móvil es más crucial para determinar el posible paso del plano objetivo. El segundo circuito de antena puede extenderse algo afuera de la periferia en la dirección paralela al plano objetivo siempre que se extienda sustancialmente en el mismo plano que el plano objetivo.

45 La distancia mutua en la dirección perpendicular al plano objetivo entre los conductores sustancialmente paralelos de cada primer circuito de antena está preferentemente dentro del intervalo de 15 a 50 centímetros, y la distancia entre los conductores paralelos de cada circuito de antena es preferentemente la misma para la totalidad de la pluralidad de la circuitos de la antena del sistema.

50 La longitud de los conductores sustancialmente paralelos de cada primer circuito de antena a lo largo la periferia de dicho plano objetivo está preferentemente dentro del intervalo de 0.5 a 3 metros, con la máxima preferencia en el intervalo de 1 a 2 metros.

55 Al menos algunos de los primeros circuitos de antenas, tales como en el intervalo de 4 a 16, preferentemente en el intervalo de 6 a 12, están en una modalidad preferida de la presente invención dispuestos en serie a lo largo de una línea sustancialmente horizontal del plano objetivo, en particular a lo largo de una barra transversal horizontal de una portería que delimita el plano objetivo. Los primeros circuitos de antenas se disponen preferentemente de forma sustancial equidistantes a lo largo de la línea horizontal del plano objetivo.

60 De la misma manera también se prefiere que al menos algunos de los primeros circuitos de antenas se dispongan en serie a lo largo de líneas sustancialmente verticales del plano objetivo, en particular postes verticales de una portería que delimita el plano objetivo. El número de los primeros circuitos de antenas a lo largo de cada línea vertical está preferentemente en el intervalo de 2 a 8, con la máxima preferencia en el intervalo de 3 a 6. Los primeros circuitos de

antenas se disponen preferentemente de forma sustancial equidistantes a lo largo de las líneas verticales del plano objetivo.

5 En una modalidad particularmente preferida, los primeros circuitos de antenas constituyen los medios receptores estacionarios y el segundo circuito de antena constituye los medios excitadores estacionarios. En este caso, la salida a los medios de procesamiento de datos representa el voltaje o la corriente generada en cada uno de los primeros circuitos de antenas. En una modalidad particularmente preferida, el sistema comprende medios de compensación para cada uno de los primeros circuitos de antenas para compensar una posible desalineación del primer circuito de antena y el segundo circuito de antena durante la operación del sistema. Esta desalineación causará que el segundo circuito de antena genere un voltaje o corriente en el primer circuito de antena, una señal falsa, y el propósito de los medios de compensación es reducir o eliminar dicha señal falsa en el primer circuito de antena, de manera que se mejora la relación señal a ruido del primer circuito de antena con respecto a los medios emisores de ondas de radio en el objeto en movimiento. Además, si se elimina esta señal falsa después de la calibración de los medios de compensación, una señal detectada por un primer circuito de antena y que no se origina a partir de los medios emisores de ondas de radio en el objeto en movimiento puede usarse para detectar un posible error en la alineación del plano del primer circuito de antena con un plano perpendicularmente al plano objetivo de manera que dicha señal se originaría ya sea desde la parte opuesta del segundo circuito de antena que se extiende paralelamente a la parte del segundo circuito de antena adyacente al primer circuito de antena o desde una tercera antena de calibración que se extiende en el mismo plano que el plano objetivo pero con una distancia al primer circuito de antena lejos de la periferia del plano objetivo, de manera que puede deducirse la desalineación angular. Tal desalineación angular detectada entre el plano del primer circuito de antena con el plano perpendicularmente al plano objetivo puede usarse para compensar la salida desde el primer circuito de antena en cuestión cuando se determina si o no el objeto en movimiento pasa el plano objetivo.

25 Una señal detectada por un primer circuito de antena puede determinarse tras el análisis de las ondas electromagnéticas generadas a partir de los medios emisores de ondas de radio dispuestos en el objeto móvil si esos medios emisores comprenden un circuito sintonizado de manera que el ángulo de fase de voltaje o corriente generada por las ondas de tal circuito se desplazará aproximadamente 90 grados con respecto a la corriente alterna de los medios excitadores.

30 Los medios de compensación pueden implementarse en los medios de procesamiento de señales del sistema o se constituyen por un circuito conectado al primer circuito de antena en cuestión y que alimenta una contracorriente de compensación a este. Sin embargo, en una modalidad preferida, los primeros medios de compensación comprenden un bucle de compensación dispuesto sustancialmente en el plano del primer circuito de antena y desplazado de la periferia del plano objetivo hacia uno de los conductores paralelos. Una corriente de accionamiento adecuada alimentada al bucle de compensación resultará en una cancelación de parte del campo electromagnético generado por el segundo circuito de antena y por lo tanto proporciona una compensación para el primer circuito de antena que es no perpendicular al plano objetivo.

40 La detección del cruce del plano de portería tiene que hacerse con un alto grado de precisión, la cual requiere una alta resolución espacial del sistema de detección el cual nuevamente requiere una alta resolución temporal cuando el balón a menudo se mueve con una velocidad alta del orden de 20 m/s o aún más tal como 36 m/s

45 De acuerdo con otro aspecto, el balón aplicado en la presente invención puede equiparse con medios de memoria, medios de transmisión inalámbricos separados y medios de control para controlar los medios de memoria y los medios de transmisión. Los medios de control se disponen para mostrar la intensidad del campo medido por el sensor con una tasa de muestra dada, por ejemplo 500 a 10,000 Hz, tales como 4,000 Hz, y todos los valores muestreados se proporcionan a los medios de memoria que operan como una memoria FIFO (primero en entrar primero en salir), de manera que la última muestra sustituye la muestra más antigua almacenada en la memoria, de manera que las muestras más recientes de por ejemplo los últimos 0.5 segundos se almacenan en los medios de memoria en cualquier momento cuando el sensor se energiza mediante una batería o mediante inducción del campo electromagnético de los conductores.

50 Solo cuando se detecta una indicación de se ha pasado el plano de portería, los medios de control se disponen para llevar a cabo una transmisión de la totalidad del conjunto de muestras almacenadas en los medios de memoria. Tales indicaciones podrían hacerse a partir de un análisis preliminar de las muestras hechas por el sensor individual, de la comparación de las detecciones realizadas por una pluralidad de sensores dispuestos en el mismo balón, o un sistema de redundancia más ordinario, tal como el descrito en la US 4,375,289. Los datos transmitidos se reciben por un receptor estacionario y se analizan para determinar si el balón ha pasado el plano de portería. Opcionalmente, los medios de control además se disponen para transmitir una fracción de las muestras medidas de solamente las intensidades del campo, tales como 1/10 o 1/5 de las muestras como un estándar, constantemente durante el muestreo de las intensidades de campo.

De esta manera, un conjunto más detallado de los datos que representan la intensidad del campo detectado por el

sensor puede proporcionarse a la unidad de control estacionaria para analizar como la frecuencia de muestreo de la intensidad de campo detectada por el sensor en el momento de un posible paso del plano de objetivo puede ser muchas veces mayor que la tasa de transmisión de datos. La tasa de transmisión de datos depende de la frecuencia de transmisión seleccionada y la energía disponible para transmitir los datos, y para un sensor pasivo, la energía disponible es proporcional al área encerrada por el conductor del sensor en la cual la energía se induce por el campo electromagnético. Con la presente modalidad del sensor, una intensidad de la transmisión confiable, que resulta en una relación señal a ruido adecuada en el receptor, se hace posible por una tasa de muestra de datos adecuadamente alta de por ejemplo un factor de 10 veces la tasa de transmisión de datos confiables, y una pequeña área encerrada por el conductor del sensor, de manera que la extensión física del sensor permite la provisión de una pluralidad de sensores, tales como cuatro, seis, ocho o incluso más en un balón estándar de fútbol u otros balones estándares para juegos con balones.

En una modalidad particular, los medios de control del sensor se disponen para transmitir los datos almacenados en los medios de memoria en una secuencia donde los datos más relevantes se transmiten primero, es decir los datos cercanos a un paso probable determinado del plano de portería, por ejemplo la primera muestra después del paso, seguido por la primera muestra antes del paso, luego la segunda muestra después del paso, etc. En una segunda modalidad, un muestreo de baja frecuencia, por ejemplo cada cinco o cada diez muestras se transmite primero, después de lo cual se transmiten los datos restantes almacenados en los medios de memoria. De esta manera se mejora la oportunidad de los datos más importantes que se reciben y procesan por la unidad estacionaria.

Preferentemente, los datos se transmiten a partir del sensor de forma digital para mejorar aún más la relación de señal a ruido de las señales de datos recibidos del sensor, y una frecuencia de transmisión ventajosa es de 27-35 MHz pero otras frecuencias adecuadas tales como 433 MHz, 868 MHz o 2.4 GHz pueden también aplicarse. Las frecuencias preferidas empleadas están dentro de los intervalos que no requieren una licencia pública para usarse.

En la mayoría de los juegos, tales como el fútbol (también conocido como "balompié") el balón entero debe pasar el plano de portería para que se considere un gol anotado, y por lo tanto se desea una alta resolución espacial de la detección del balón que pasa el plano de portería. Con sensores conocidos como se muestra en la US 4,375,289, el balón se encierra por tres conductores dispuestos en intersección de los planos perpendiculares que pasan a través del centro del balón. En cada conductor, una corriente se induce en proporción al flujo electromagnético total a través del área encerrada por el conductor. El flujo electromagnético total a través del área depende de la densidad de flujo y del ángulo entre la dirección del vector de flujo electromagnético y el área, pero las variaciones del ángulo son generalmente compensadas al combinar las corrientes inducidas en los tres conductores perpendiculares. Sin embargo, la densidad de flujo se integra sobre un área cuyo tamaño del área de sección transversal del balón y la corriente inducida combinada es por lo tanto una medida del flujo total que pasa el balón. La resolución espacial del sensor se limita consecuentemente por el tamaño del balón.

Para mejorar la resolución espacial una pluralidad de sensores pueden proporcionarse en el balón, preferentemente entre el globo de látex interior del balón y la capa exterior de esta, pero podría situarse alternativamente en el interior del globo de látex. En una modalidad, cada uno de los sensores o al menos una parte de los sensores son sensores pasivos que comprenden una bobina o circuito de antena conectado a un capacitor o similar para constituir un circuito sintonizado que corresponde a la longitud de onda del campo electromagnético emitido. En una segunda modalidad, los datos de la intensidad del campo medidos por los sensores individuales se transmiten a una unidad de procesamiento de datos estacionaria para la determinación del paso del plano de portería de cada sensor individual. La compensación para el ángulo entre la antena de inducción del sensor individual y el vector de flujo electromagnético puede hacerse entonces en la unidad de procesamiento de datos estacionaria a partir del conjunto completo de datos de la pluralidad de sensores al resolver un sistema de ecuaciones en relación con la posición espacial y angular del balón. La característica importante para determinar es si todos los sensores han pasado el plano de portería, que no necesariamente coincide de manera física con el plano medio entre los conductores que rodean el plano de portería.

Es ventajoso para este procesamiento de datos que los sensores individuales en el balón se sincronicen con respecto al muestreo de los datos de intensidad del campo mediante medios de sincronización, que por ejemplo pueden proporcionarse al interconectar los sensores y proporcionar una señal de sincronización común o alternativamente al proporcionar una señal de sincronización a los sensores por medio de la corriente en los conductores que proporcionan el campo electromagnético. También sería una ventaja que la transmisión de datos de los sensores individuales se coordinara de manera que la transmisión de datos no interfiera negativamente, lo que puede proporcionarse al conectar entre sí los sensores de manera que las transmisiones de datos individuales puede sincronizarse o al tener un medio de transmisión de datos común en el balón por el cual se transmiten todos los datos a la unidad de procesamiento de datos estacionaria. Alternativamente, cada sensor puede tener medios de transmisión de datos acoplados para transmitir los datos a la unidad de procesamiento de datos estacionaria en frecuencias separadas. Otra característica ventajosa podría ser que los sensores pasivos se interconecten con las fuentes de alimentación de los sensores individuales, de manera que cada sensor tendrá suficiente energía para obtener y transmitir los datos medidos de la intensidad del

campo independientemente del ángulo entre el área abarcada por las antenas de inducción del sensor individual y la dirección del vector de flujo electromagnético.

5 El balón puede comprender además medios de identificación para emitir una única identificación a los medios de procesamiento de datos estacionarios para garantizar que el balón usado en el juego se certifique para su uso con el sistema de acuerdo con la invención. Además, pueden transmitirse los datos de calibración y los detalles de comunicación para el balón individual.

10 La intensidad del campo electromagnético desde las dos bobinas se muestra en la US 4,375,289 con corrientes en contrafase es inferior en el área donde es más crucial para que la detección tenga la determinación más precisa de la posición del sensor del balón. Por lo tanto, la señal que se detecta así como también la energía proporcionada para los sensores pasivos por el campo electromagnético es inferior en esta área y cero en el plano medio que se sitúa en o cercano al plano de portería.

15 Una solución de acuerdo con un aspecto de la presente invención es proporcionar la fuente de corriente de uno de los conductores con un arreglo de desplazamiento de fase rápida, de manera que la fase del conductor puede conmutarse entre estar en contrafase y en fase con el otro conductor con un índice de conmutación del orden de la magnitud del índice de muestreo de la intensidad de la señal detectada en el balón, es decir entre 200 y 10,000 Hz, preferentemente en el intervalo de 500 a 6,000 Hz, de manera que por ejemplo se hace cada segunda o tercera muestra cuando los campos electromagnéticos están en fase y los dos campos en el plano medio entre los dos conductores están en interferencia constructiva y la intensidad del campo tiene un máximo en ese plano debido a la configuración de las intensidades de campo separadas y la distancia entre los dos conductores.

20 Por lo tanto, la provisión de una alta intensidad del campo en la posición del plano medio es una ventaja cuando se usan los sensores pasivos de balón, es decir los sensores que se energizan por el campo electromagnético proporcionado por los conductores, debido a que la energía disponible para la detección de la intensidad del campo y transmitir los datos es de esta manera alta, además para la detección de las intensidades del campo débiles de los campos electromagnéticos en contrafase.

25 Además, la posición del sensor del balón con respecto al plano medio puede detectarse con dos métodos diferentes, a partir de una determinación del paso de la intensidad del campo cero como en la técnica conocida cuando las corrientes están en contrafase así como también a partir de una determinación de la intensidad máxima cuando las corrientes están en fase. El primer método proporciona una indicación general excelente del paso del plano medio y posiblemente la dirección del paso, pero tiene una debilidad con respecto a los detalles cerca del paso real cuando la intensidad del campo detectada es muy baja en esa área, mientras que el segundo método tiene la máxima intensidad del campo alrededor del paso del plano medio y por lo tanto la mayoría de los detalles, pero el segundo método, en el cual se detecta un valor pico de la intensidad del campo, aplicado por sí mismo tiene un alto riesgo de detecciones de paso erróneas cuando pueden producirse valores picos en otras posiciones de los sensores del balón distintas al plano medio debido a por ejemplo la interferencia de los cuerpos de los jugadores y de las fuentes externas de los campos electromagnéticos. Un valor de umbral para la intensidad pico puede aplicarse para filtrar las intensidades detectadas, pero tiene solamente un efecto limitado debido a la variación de la intensidad del campo sobre el plano de portería con al menos un orden de magnitud (es decir un factor de 10).

30 Sin embargo, al combinar el segundo método con el primer método, el riesgo de detecciones de paso erróneas se elimina en la práctica cuando se proporciona un estimado de la posición del paso correcta por el primer método y el método combinado obtiene la alta resolución espacial del segundo método.

35 Una segunda solución es proporcionar las bobinas de emisión con corrientes superpuestas de frecuencias diferentes, de manera que la corriente en una primera frecuencia para suministrar energía está en fase en las dos bobinas, de manera que los campos electromagnéticos de esta frecuencia están en interferencia constructiva y la corriente de una segunda frecuencia se suministra en contrafase para proporcionar una señal. El campo electromagnético de la primera frecuencia puede usarse para suministrar al sensor o los sensores en el balón con energía en todas las posiciones durante el paso del plano de portería. En este caso, se hacen arreglos en el sensor del balón para separar el efecto de las dos frecuencias, tales como emplear circuitos de resonancia separadas para las frecuencias.

40 Aun otra solución es proporcionar las bobinas de emisión con corrientes de solamente frecuencias ligeramente diferentes, de manera que la interferencia se producirá una intensidad variable en el plano medio entre la intensidad cero y una intensidad máxima con una frecuencia igual a la diferencia en frecuencia entre las dos corrientes. La diferencia en frecuencia es preferentemente igual a un múltiplo desigual de la frecuencia de la muestra del sensor, tales como una o tres veces la frecuencia de la muestra, de manera que se induce la energía en la bobina del sensor en todas las posiciones del sensor y la frecuencia de la intensidad puede usarse para sincronizar la frecuencia de la muestra para que el sensor o los sensores en el balón detecten la presencia de intensidad cero correctamente.

Además, está dentro de la presente invención direccionar múltiples sensores acoplados en el mismo balón por medio de emitir diferentes frecuencias superpuestas para proporcionar energía y/señales al sensor individual, de manera que las bobinas de emisión por ejemplo pueden usarse para seleccionar un subgrupo de los sensores en el balón para la medición o que los sensores individuales se dirección en secuencia.

La frecuencia del campo electromagnético proporcionada por los dos conductores están preferentemente dentro del intervalo de 10 a 1,000 kHz, tales como de 50 a 500 kHz y más preferido dentro del intervalo de 100 a 200 kHz, debido a que los campos electromagnéticos en este intervalo no tienen prácticamente interacción con moléculas de agua y por lo tanto no tiene ningún efecto significativo en los cuerpos humanos sometidos al campo, y las perturbaciones del campo causadas por los cuerpos humanos dentro del campo se reducen correspondientemente.

Breve descripción de las figuras

Las modalidades de la presente invención se muestran en las figuras adjuntas de las cuales:

La Fig. 1 muestra tres secciones de una primera modalidad de la presente invención dispuestas a lo largo de la barra transversal de una portería,

La Fig. 2 muestra una portería con secciones de acuerdo con la primera o la segunda modalidad dispuestas a lo largo del perímetro del plano de portería, y

La Fig. 3 muestra dos secciones de una segunda modalidad de la presente invención.

Las figuras son ilustraciones de modalidades de la presente invención y no deben considerarse como limitantes del alcance de la invención como se presenta en la presente.

Descripción detallada de las modalidades de la invención

En la Fig. 1, tres secciones de la barra transversal de una portería de fútbol se muestran esquemáticamente como se ven desde encima. Cada sección comprende un conductor 1 en un primer plano y un conductor paralelo 2 en un segundo plano y dos conductores intermedios 3, 4 que conectan los otros conductores 1, 2 para formar un circuito en donde una corriente puede correr como se indica por las puntas de las flechas. Cada sección tiene una unidad de control separada 5 para alimentar corriente en el circuito de la sección y posiblemente obtener datos relativos a los objetos en los cuales una se induce energía por la sección. La distancia D entre los conductores paralelos 1, 2 en la dirección horizontal normal al plano de portería se elige preferentemente para ser de aproximadamente el diámetro de un balón de fútbol estándar de acuerdo con las normas establecidas por la FIFA, hablando de forma más general de 15 a 50 centímetros. En una modalidad específica, los conductores paralelos 1, 2 en el mismo plano de secciones adyacentes pueden conectarse eléctricamente, de manera que el conductor frontal 1 de una sección se conecta al conductor frontal 1 de la sección adyacente etc. En la Fig. 2, la portería se muestra como se ve desde encima con siete secciones 6 distribuidas a lo largo de la barra transversal 8 y 5 secciones 7 a lo largo de cada poste lateral 9 de la portería.

El número de secciones pueden ser por ejemplo 2 a 20 a lo largo de la barra transversal de la portería, tales como 4 a la 16 y preferentemente 6 a la 12 secciones, y 2 a 8 secciones a lo largo de cada poste lateral de la portería, tales como 3 a 6 secciones. La longitud de cada sección está en una modalidad preferida dentro del intervalo de 0.5 metros a 3 metros, tales como de 1 a los 2 metros.

Cada sección puede controlarse fácilmente y rápido, por ejemplo para conmutaciones rápidas de la fase o corrientes superpuestas de diferente frecuencia como se discutió en la sección anterior. Además, la sección individual puede controlarse separadamente mediante medios de control comunes o separados, de manera que puede obtenerse información más detallada acerca de la posición de un balón que pasa, desde los medios de control de las secciones, los campos electromagnéticos de los cuales están influenciados por el balón que pasa, o al variar los campos electromagnéticos emitidos desde las secciones individuales, de manera que los datos obtenidos por el sensor o sensores en el balón pueden llevar dicha información de posición. El campo electromagnético de cada sección puede tener una identidad individual, por ejemplo al superponer la corriente con una corriente de una frecuencia distinta de manera que los datos retornados desde el sensor o sensores del balón pueden llevar información acerca de su posición con respecto a las secciones, de manera que una posición del sensor puede determinarse mediante los medios de procesamiento de datos estacionarios para la determinación del paso del plano de portería con corrección por la posible distorsión del campo electromagnético como se discutió previamente. Además o como una alternativa, las secciones individuales puede encenderse y apagarse rápidamente para determinar de que sección o secciones se origina el campo electromagnético detectado por el sensor o los sensores originales. Además, las secciones pueden usarse para

probar si el sistema opera correctamente al emitir un campo electromagnético fuera del intervalo detectado por el sensor o sensores y registrar y evaluar la posible respuesta del sistema. La posible respuesta puede emplearse para ajustar un algoritmo de compensación en los medios de procesamiento de datos del sistema.

5 La segunda modalidad de la sección es como se muestra en la Fig. 3, los primeros circuitos de antenas constituyen los medios receptores estacionarios y el segundo circuito de antena 10 dispuesto en la circunferencia del plano de portería constituye los medios excitadores estacionarios que proporcionan un campo electromagnético con una frecuencia de aproximadamente 125 kHz, que corresponde a la frecuencia a la que el sensor pasivo y los medios emisores de ondas de radio en el balón se sintonizan. Los conductores paralelos 1,2 de cada sección se disponen con sustancialmente la misma distancia $D/2$ en la dirección perpendicular al plano de portería del segundo circuito de antena 10 de manera que la corriente total generada en el circuito conductor 1,2,3,4 de la sección idealmente es cero cuando el balón no está cerca de la sección. Sin embargo, la alineación de los conductores paralelos 1,2 y el segundo circuito de antena 10 no son necesariamente perfectos, de manera que una corriente "falsa" se genera en los conductores 1, 2, 3, 4 de la sección. Para compensar esto, cada sección se proporciona con un circuito de compensación 11 acoplado asimétricamente dentro del circuito de la sección con respecto al segundo circuito de antena 10 y medios de control (no mostrados) del circuito de compensación 11 se ajustan para proporcionar una corriente al circuito 11 durante la operación del sistema de manera que la corriente en los conductores de la sección es cero cuando no se influencia por el balón. Cada sección tiene una unidad de recogida 12 dispuesta alrededor del segundo circuito de antena para facilitar la calibración de la sección individual independientemente de otras características del sistema.

20 Cada sección tiene medios de salida (no mostrados) para la salida de una medida del campo electromagnético desde el balón cuando se detecta mediante la corriente generada en los circuitos de la sección de conductores 1, 2, 3, 4 a los medios de control (no mostrados) del sistema. A partir de las entradas de todos los sectores, el posible paso del balón a través del plano de portería puede determinarse con una alta precisión como una salida interferida desde una sección, por ejemplo debido a que el balón pasa cerca a la sección o debido a la mala función de una sección, puede desatenderse por los medios de control. Debido al hecho de que la posible desalineación entre los conductores 1, 2, 3, 4 de la sección y el segundo circuito de antena 10 se miden y se compensan, la ocurrencia de una corriente generada en los conductores de la sección será una indicación de un error angular de la sección, es decir que la sección se orienta no perpendicular al plano de portería. Tal corriente generada se separa fácilmente de las corrientes generadas por los sensores en el balón cuando se sintonizan y su fase está desplazada 90 grados con respecto a la corriente en el segundo circuito de antena 10, mientras que la corriente generada en los conductores de la sección directamente por el segundo circuito de antena 10 dispuestos a lo largo del lado opuesto del plano de portería estará en fase con la corriente en el segundo circuito de antena 10. Por lo tanto, la detección proporcionada por la sección puede corregirse para el error angular.

35 La frecuencia del campo electromagnético proporcionado por la sección está preferentemente dentro del intervalo de 10 a 1,000 kHz, tales como 50 a 500 kHz y más preferentemente dentro del intervalo de 100 a 200 kHz, debido a que los campos electromagnéticos en este rango no tienen prácticamente interacción con moléculas de agua y por lo tanto no tiene ningún efecto significativo en los cuerpos humanos sometidos al campo, y las perturbaciones de las perturbaciones del campo causadas por los cuerpos humanos dentro del campo se reducen correspondientemente.

40

Reivindicaciones

- 5 1. Un sistema que comprende
un objeto móvil,
medios emisores de ondas de radio dispuestas en el objeto móvil,
medios excitadores estacionarios dispuestos para excitar dichos medios emisores de ondas de radio, y
medios receptores estacionarios para recibir las ondas de radio desde los medios emisores de ondas de radio y
proporcionar en consecuencia una salida, y
10 medios de procesamiento de datos para recibir y procesar dicha salida junto con un conjunto predeterminado
de condiciones y proporcionar una salida resultante si se cumplen el conjunto de condiciones para determinar
si el objeto móvil pasa el plano objetivo,
caracterizado porque el sistema adicionalmente comprende
15 una pluralidad de sustancialmente primeros bucles de antena cerrados dispuestos a lo largo de la periferia de
un plano objetivo, cada primer circuito de antena que comprende dos conductores sustancialmente paralelos
(1, 2) que se extienden de forma sustancialmente paralela a dicha periferia del plano objetivo, dichos
conductores paralelos (1, 2) que se disponen con una distancia mutua (D) en la dirección perpendicular al
plano objetivo, en donde dicha pluralidad de primeros bucles de antena constituye uno de dichos medios
20 excitadores estacionarios y dichos medios receptores estacionarios, y
un segundo bucle de antena (10) que se extiende en la periferia del plano objetivo de manera que los dichos
conductores paralelos (1, 2) de la pluralidad de primeros bucles de antena se disponen en cada lado del plano
objetivo y el segundo bucle de antena (10) está sustancialmente a la misma distancia (D/2) perpendicularmente
al plano objetivo, en donde el segundo bucle de antena (10) constituye el otro de dichos medios excitadores
estacionarios y dichos medios receptores estacionarios.
- 25 2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la distancia mutua en la dirección perpendicular al
plano objetivo entre los conductores sustancialmente paralelos de cada primer circuito de antena está dentro
del intervalo de 15 a 50 centímetros.
- 30 3. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dichos conductores
sustancialmente paralelos de cada primer circuito de antena se extienden en el intervalo de 0.5 a 3 metros,
preferentemente en el intervalo de 1 a 2 metros a lo largo de la periferia de dicho plano objetivo.
- 35 4. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos algunos de los
primeros bucles de antena se disponen en serie a lo largo de una línea sustancialmente horizontal del plano
objetivo.
- 40 5. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en donde en el intervalo de 4 a 16, preferentemente en el
intervalo de 6 a 12 de dichos primeros bucles de antena se disponen a lo largo de la línea horizontal del plano
objetivo.
- 45 6. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dichos primeros bucles de antena se disponen
sustancialmente equidistantes a lo largo de la línea horizontal del plano objetivo.
- 50 7. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en donde la línea horizontal sigue una
barra transversal horizontal (8) de una portería que delimita el plano objetivo.
- 55 8. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos algunos de los
primeros bucles de antena se disponen en serie a lo largo de líneas sustancialmente verticales del plano
objetivo.
9. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde en el intervalo de 2 a 8, preferentemente en el
intervalo de 3 a 6 de dichos primeros bucles de antena se disponen a lo largo de cada una de dichas líneas
verticales del plano objetivo.
- 60 10. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde dichos primeros bucles de antena se disponen
sustancialmente equidistantes a lo largo de las líneas verticales del plano objetivo.
11. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde las líneas verticales siguen los
postes verticales (9) de una portería que delimitan el plano objetivo.
12. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes que tiene medios de control (5) para
controlar la operación de cada uno de los primeros bucles de antena separadamente.

- 5
13. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los primeros bucles de antena constituyen los medios receptores estacionarios y el segundo bucle de antena constituye los medios excitadores estacionarios.
- 10
14. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 13, que además comprende los primeros medios de compensación (11) para cada uno de los primeros bucles de antena, que se disponen para compensar durante la operación del sistema por una posible desalineación del primer bucle de antena y el segundo bucle de antena.
- 15
15. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde los primeros medios de compensación comprenden un bucle de compensación dispuesto sustancialmente en el plano del primer bucle de antena y desplazado de la periferia del plano objetivo hacia uno de los conductores paralelos.
- 20
16. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en donde el objeto móvil comprende medios para determinar si el objeto móvil pasa un plano objetivo del sistema, el objeto móvil que tiene medios sensores para detectar un campo electromagnético, medios emisores de ondas de radio dispuestas en el objeto móvil, medios de memoria, y medios de control para controlar la operación de los medios de memoria y los medios emisores de ondas de radio, los medios de control que se disponen para muestrear una intensidad del campo electromagnético medido por los medios sensores con una tasa de muestra dada y almacena todos los valores muestreados en los medios de memoria, los medios de control además se disponen tras la activación para recuperar los valores muestreados almacenados desde los medios de memoria y transmitir dichos valores recuperados por medio de los medios emisores de ondas de radio.
- 25
17. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 16, en donde dichos medios de memoria se disponen para operar como una memoria primero que entra primero que sale (FIFO), de manera que la última muestra reemplaza la muestra más antigua almacenada en la memoria.
- 30
18. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 17, en donde los medios de memoria durante la operación del objeto son capaces de almacenar valores muestreados con la tasa de muestra dada dentro de un período de tiempo de al menos 0.2 segundos, preferentemente en el intervalo de 0.35 a 1.2 segundos.
- 35
19. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en donde la tasa de muestra dada está en el intervalo de 500 Hz a 10,000 Hz, tal como de 2,000 Hz a 6,000 Hz.
- 40
20. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en donde el objeto móvil comprende medios para determinar si el objeto móvil pasa un plano objetivo del sistema, el objeto móvil que tiene una pluralidad de medios sensores para detectar un campo electromagnético, medios emisores de ondas de radio dispuestos en el objeto móvil, medios de memoria, y medios de control para controlar la operación de los medios de memoria y los medios emisores de ondas de radio, los medios de control que se disponen para muestrear una intensidad del campo electromagnético medido por los medios sensores y transmitir datos relacionados con la intensidad del campo medido por los sensores individuales por medio de dichos medios emisores de ondas de radio, en donde los datos transmitidos permiten una única identificación de cual de dicha pluralidad de medios sensores midió los datos transmitidos.
- 45
- 50
21. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 20, que comprende medios de sincronización para sincronizar el muestreo de los medios sensores individuales.
- 55
22. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 20 o 21, en donde cada medio sensor tiene medios emisores individuales de ondas de radio.
23. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 20 a 22, en donde el número de medios sensores es al menos 6, y preferentemente en el intervalo de 8 a 24.

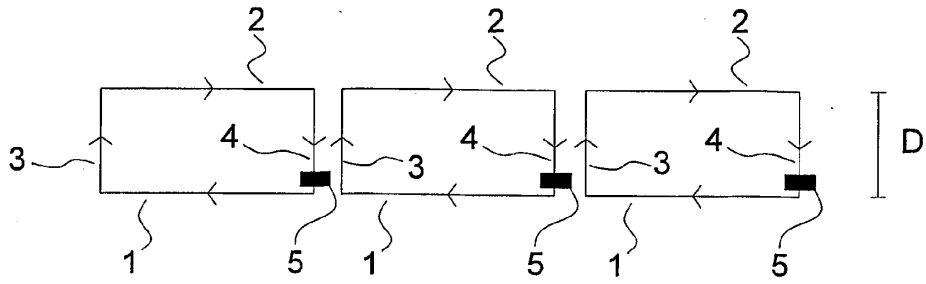


Fig. 1

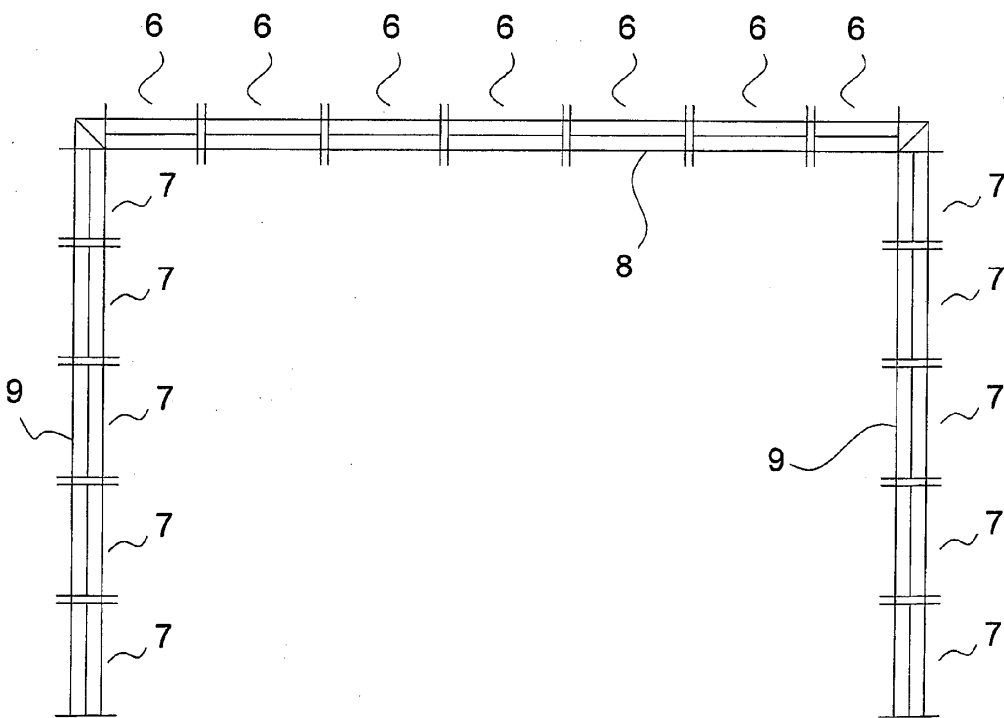


Fig. 2

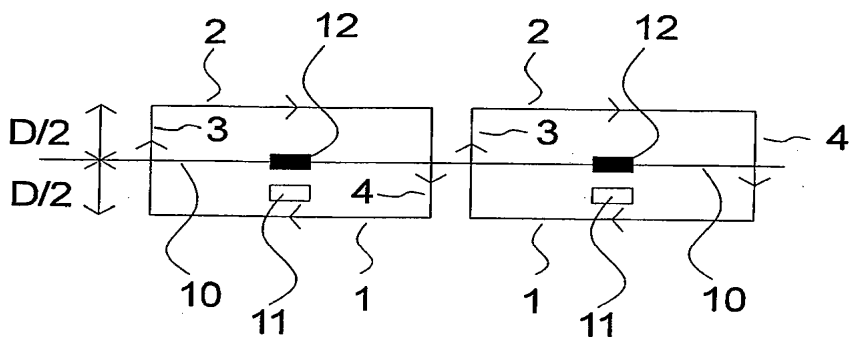


Fig. 3