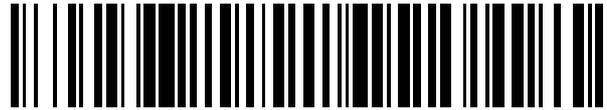


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 416 290**

51 Int. Cl.:

A61N 1/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2007 E 07856856 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013 EP 2101867**

54 Título: **Ayuda visual con adquisición de imágenes tridimensionales**

30 Prioridad:

19.12.2006 DE 102006060045

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

31.07.2013

73 Titular/es:

**PIXIUM VISION SA (100.0%)
Institut de la Vision, 13, rue Moreau
75012 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**ZIEMECK, PATRICK;
DAPPER, MARCUS;
KOPKA, CHRISTIAN y
HORNIG, RALF**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 416 290 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

Ayuda visual con adquisición de imágenes tridimensionales

5 La presente invención se refiere a una ayuda visual con adquisición de información e imágenes tridimensionales. Una ayuda visual en el sentido de la presente invención incluye también otros sistemas de adquisición de imágenes, por ejemplo intensificadores de luz residual o dispositivos de visión nocturna para apoyar la visión humana. Estas ayudas visuales o prótesis visuales, por ejemplo implantes de retina, pueden incluir también funciones para el aumento de imágenes o para la intensificación de luz residual.

10 Ya se han desarrollado ayudas visuales en forma de implantes para la retina del ojo humano, previstas para el tratamiento de pacientes que han perdido parcial o totalmente la capacidad visual por defectos de la retina. En la zona de la retina se implanta un dispositivo microelectrónico con numerosos elementos de píxel fotosensibles a través de los cuales se adquiere una imagen proyectada sobre la retina a través del recorrido óptico natural del ojo todavía intacto. En otras prótesis visuales, la adquisición de imágenes se produce mediante una cámara externa, en particular una cámara de vídeo, preferentemente alojada en unas gafas. La imagen adquirida por los elementos de píxel o por la cámara se transforma en señales eléctricas, que se transmiten a través de electrodos de estimulación mediante impulsos eléctricos de estimulación a las células ganglionares de la retina y al nervio óptico para restablecer o mejorar la capacidad visual del paciente. Sin embargo, las ayudas visuales tienen la desventaja de que únicamente procesan la imagen adquirida a través del recorrido óptico natural del ojo o por la cámara externa. Por ello, la imagen así formada es sólo bidimensional y no incluye información tridimensional alguna.

20 Por consiguiente, para restablecer o apoyar la capacidad visual natural del modo más real posible mediante una ayuda visual o prótesis visual, es deseable incluir en el procesamiento de imágenes información adicional además del registro puro de una imagen bidimensional.

25 El documento de patente DE 10103922 constituye el preámbulo de la reivindicación 1. En él se describe un dispositivo de visualización y control de datos con un dispositivo óptico que puede ser portado a modo de gafas por un operador. Está previsto un dispositivo de procesamiento de señales que permite evaluar las señales registradas por el dispositivo óptico y transmitir una señal de salida correspondiente a una interfaz de comunicación. En base a esta señal de salida e instrucciones de mando adicionales se puede conseguir que el dispositivo incluya información de imagen adicional en la retina.

30 Este objetivo se resuelve mediante el dispositivo según la invención con las características indicadas en la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se definen perfeccionamientos ventajosos de la presente invención.

35 La presente invención resuelve el objetivo arriba mencionado mediante un sistema de ayuda visual que incluye al menos una cámara para adquirir una imagen con numerosos datos de imagen, medios electrónicos para procesar los datos de imagen adquiridos y un dispositivo de estimulación implantable en el órgano visual del cuerpo para reproducir la imagen procesada mediante una estimulación correspondiente del órgano visual, visualizándose en la reproducción de la imagen procesada información adicional y/o determinados atributos referentes a la posición espacial de objetos en la imagen adquirida, estando asociados dichos atributos con los objetos en dicha imagen.

40 Con una ayuda visual de acuerdo con la presente invención se pueden visualizar especialmente o destacar en particular aquellos objetos que se encuentran en el entorno inmediato del usuario, mientras que, opcionalmente, los objetos más alejados se pueden enmascarar. Para destacar determinados objetos se pueden utilizar también diferentes tonos de gris o diferentes colores. Por ejemplo, los objetos que se encuentran en el entorno cercano se pueden representar en un color o un tono de gris diferente al de los objetos más alejados. Así, la presente invención ofrece la ventaja de poder adquirir una imagen tridimensional del entorno actual del usuario en la medida en que la imagen visualizada por el usuario del sistema de ayuda visual según la invención comprende información adicional, por ejemplo referente a la distancia relativa de los objetos incluidos en la imagen, lo que permite obtener una representación con profundidad selectiva de la imagen adquirida.

50 La ventaja de la representación con profundidad selectiva es que el usuario del sistema de ayuda visual, a pesar de una resolución de píxeles, gradación de colores o gradación de grises limitada o una cantidad limitada de puntos de imagen (píxel) del sistema de ayuda visual, puede obtener una imagen visualmente bien estructurada y fácil de interpretar del entorno cercano o del más alejado. El entorno del usuario se puede visualizar por ejemplo mediante una representación de contornos, lo que se puede conseguir con una cantidad relativamente pequeña de puntos de imagen activados simultáneamente.

55 De acuerdo con la presente invención, el sistema total de ayuda visual incluye unas gafas y opcionalmente una unidad transportada junto al cuerpo, por ejemplo un ordenador de bolsillo, que puede ser transportada en

5 cualquier parte del cuerpo y que se puede comunicar e intercambiar datos de imagen con las gafas mediante una conexión por cable o alternativamente inalámbrica por radio. En caso de una aplicación especial de la presente invención en un sistema de implante de retina arriba descrito, también puede estar previsto adicionalmente un dispositivo implantado en el cuerpo que recibe los datos de imagen adquiridos por la cámara externa.

10 En una forma de realización preferente de la presente invención, se utiliza un mapa tridimensional para editar la sección de imagen representada. Se puede emplear un mapa tridimensional del entorno de una sección de imagen determinada de modo que sólo se representen los segmentos de imagen situados cerca o a media distancia del usuario de la ayuda visual, ya que éstos pueden tener más interés para el usuario que aquellos segmentos u objetos que se encuentran más alejados. Alternativamente, en un modo de funcionamiento especial de la ayuda visual según la invención, se pueden representar únicamente los objetos más alejados si el usuario de la ayuda visual desea visualizar preferentemente el fondo de la imagen adquirida o los objetos más alejados.

15 Los diferentes modos de funcionamiento de la ayuda visual pueden incorporarse de forma fija en el procesamiento de imágenes del sistema o se pueden poner a disposición del usuario para que éste los elija opcionalmente. La selección de los modos de funcionamiento se puede llevar a cabo a través de elementos de mando de las gafas, a través del ordenador de bolsillo opcionalmente presente o con un mando a distancia que puede ser transportado en cualquier parte del cuerpo.

20 El área de representación del sistema se puede ajustar a un modelo tridimensional del ordenador de bolsillo mediante superficies de sección matemáticas seleccionadas o funciones superficiales. Como superficies de sección se pueden elegir, por ejemplo, secciones de una superficie plana o de una superficie cilíndrica o esférica o superficies de sección de cualquier otra forma. Así, de acuerdo con el modo de servicio del sistema de implante, en el modelo tridimensional del ordenador de bolsillo (o de las gafas) se representan únicamente las superficies de sección con los objetos adquiridos.

25 Mediante un dispositivo de ajuste del sistema de implante, el usuario de la ayuda visual puede elegir un modo de funcionamiento, por ejemplo un modo de exploración, donde sólo se representan aquellos objetos que se encuentran en un área determinada de registro del sistema. Además, el usuario de la ayuda visual puede variar el área de registro óptico del sistema mediante el dispositivo de ajuste. En un modo de funcionamiento especial del sistema según la invención, el área de registro óptico del sistema se puede ampliar y reducir de nuevo de forma reiterada, de modo que el usuario de la ayuda visual recibe continuamente la presentación de vistas en corte espaciales del entorno.

30 De acuerdo con otra forma de realización preferente, la ayuda visual según la invención puede elaborar un mapa tridimensional a partir de los datos de imagen adquiridos y mostrárselo al usuario mediante la capacidad de cálculo electrónica del ordenador de bolsillo. Con un mapa tridimensional también se puede presentar al usuario de la ayuda visual una sección de imagen, por ejemplo en una perspectiva a vista de pájaro, donde se representa una proyección horizontal del entorno actual y los objetos que se encuentran dentro de éste, lo que puede resultar útil en particular para la deambulación en un entorno de poca visibilidad.

35 Estos modos de funcionamiento no sólo se pueden utilizar en ayudas visuales para usuarios con una capacidad visual muy reducida, sino también en sistemas de visualización como ayuda a la orientación para usuarios con una capacidad visual normal. La presente invención también se puede emplear en ayudas visuales en las que una cámara de vídeo integrada en las gafas adquiere la imagen y la proyecta sobre la retina de un usuario con problemas de visión a través de una pantalla también integrada en las gafas. En este contexto, una representación rústica por píxeles ya es capaz de mejorar la impresión visual.

40 En otra forma de realización preferente de la ayuda visual según la invención se genera un mapa tridimensional utilizando únicamente una cámara. En este contexto, preferentemente la cámara integrada en las gafas del usuario para adquirir la información de la imagen se utiliza para llevar a cabo un procesamiento estereoscópico de la misma. Para ello se pueden utilizar imágenes tomadas con poca separación en el tiempo desde distintas posiciones espaciales de la cámara. Para ello se han de tener en cuenta las posiciones espaciales relativas y las orientaciones angulares relativas de la cámara, lo que se explica en el siguiente párrafo.

45 Las gafas en las que está integrada la cámara pueden estar provistas por ejemplo de sensores de aceleración tridimensionales que determinan en cada caso la aceleración $[\ddot{x} \ \ddot{y} \ \ddot{z}]$ de las gafas y, en consecuencia, la aceleración de la cámara en las tres dimensiones espaciales $[x, y, z]$. Alternativamente, las gafas donde se integra la cámara pueden estar provistas de un sensor de aceleración hexadimensional que determina tanto la aceleración de las gafas, y con ello la aceleración de la cámara, en las tres dimensiones espaciales $[x, y, z]$, como la aceleración angular $[\ddot{x} \ \ddot{y} \ \ddot{z} \ \ddot{\phi}_x \ \ddot{\phi}_y \ \ddot{\phi}_z]$ del sistema de referencia de las gafas alrededor de los tres ejes espaciales. Por consiguiente, la dimensionalidad de un sensor indica la cantidad de

magnitudes de medida que puede determinar un sensor. Un sensor de aceleración hexadimensional determina por ejemplo tres aceleraciones de traslación y tres aceleraciones angulares que presentan en cada caso una relación ortogonal entre sí, determinando así en total 6 valores de medida de aceleración ortogonales.

5 Para determinar la posición actual de la cámara con respecto a una posición previa de la misma se puede utilizar un procedimiento de navegación por inercia. Para ello, en las gafas se pueden disponer uno, dos o más sensores de aceleración (unidimensionales, bidimensionales, tridimensionales o multidimensionales, por ejemplo sensores de aceleración hexadimensionales) en posiciones bien determinadas en lo que respecta a la cinemática. Estas posiciones bien determinadas en lo que respecta a la cinemática son por ejemplo posiciones suficientemente separadas entre sí dentro de las gafas.

10 Mediante una integración doble de los seis valores de medición de aceleración ortogonales mencionados se puede determinar la posición relativa $[\Delta x \ \Delta y \ \Delta z \ \Delta\varphi_x \ \Delta\varphi_y \ \Delta\varphi_z]$ de las gafas o la posición de la cámara con respecto a una posición previa de la misma. La integración de los valores de medición de aceleración y el cálculo de la posición y orientación de las gafas se lleva a cabo ventajosamente mediante integradores electrónicos en una unidad de cálculo integrada en el sistema de ayuda visual, alojada en las gafas o fuera de las mismas, por ejemplo en una unidad transportada junto al cuerpo del usuario ("ordenador de bolsillo") o que puede estar distribuida entre las gafas y la unidad transportada junto al cuerpo. La unidad transportada junto al cuerpo se puede comunicar con las gafas mediante una conexión por cable o a través de una comunicación por radio (por ejemplo por *Blue Tooth*, WLAN u otras técnicas de comunicación).

20 La amplitud temporal de los pasos de integración en la integración de los valores de medición de aceleración debería ser más pequeña que el intervalo en el que la aceleración de las gafas varía esencialmente, en una medida suficiente para poder medir durante un intervalo de tiempo limitado, por ejemplo 10 segundos, cambios de posición de las gafas o de la cámara suficientemente precisos, con los que después se pueden registrar al menos dos o más imágenes de cámara desde diferentes posiciones de la misma.

25 Mediante la integración doble arriba mencionada, a partir de los valores de medida de aceleración ortogonales de un vector de aceleración 6D se genera un vector de posición relativa hexadimensional que indica la diferencia de una posición previa de la cámara con respecto a una posición posterior de la misma. Este vector de posición relativa hexadimensional incluye tres coordenadas de variación de lugar (Δx , Δy , Δz) de la posición previa de la cámara con respecto a su posición posterior, y tres coordenadas de variación angular ($\Delta\varphi_x$, $\Delta\varphi_y$, $\Delta\varphi_z$), que indican la diferencia de la posición angular (φ_x , φ_y , φ_z) de la posición previa de la cámara con respecto a su posición posterior. La integración se puede llevar a cabo en pasos temporales discretos o de forma continua.

30 De este modo se puede adquirir una secuencia de imágenes de cámara con posiciones de cámara diferentes en cada caso, consistiendo una secuencia en al menos dos imágenes de cámara. Cada imagen de cámara de esta secuencia tiene asignada una posición relativa con respecto a la imagen de cámara previa o posterior, por ejemplo con las coordenadas de variación de lugar y angular arriba mencionadas. También es posible grabar imágenes de cámara a intervalos de tiempo fijos con correlación de posiciones, pudiendo ponderarse opcionalmente las imágenes más antiguas cada vez más débilmente en cuanto a su influencia en el cálculo espacial actual, hasta que finalmente no tienen ninguna influencia. De este modo se contrarresta el efecto de que la determinación de la posición mediante la navegación por inercia en intervalos de tiempo prolongados puede presentar imprecisiones crecientes en forma de una deriva de la posición.

35 En otra forma de realización preferente de la ayuda visual según la invención se puede llevar a cabo una asignación de imágenes de cámara y posiciones de cámara en diferentes momentos de medida. Esto permite ahorrar ventajosamente una segunda cámara, que en otro caso sería necesaria para grabar imágenes estereoscópicas, sin prescindir de las imágenes tridimensionales. También es posible procesar más de dos imágenes desde diferentes posiciones y orientaciones, generando así un mapa tridimensional más completo del entorno del usuario de la ayuda visual, lo que puede realizarse mediante el conocido "procedimiento de compensación de haces". Una condición previa para este procedimiento consiste en ligeros movimientos de cabeza del usuario de un orden de magnitud correspondiente a la distancia entre los ojos de una persona. La cámara puede registrar en cada caso una imagen desde diferentes posiciones y, en una sucesión temporal breve, suministrar a la unidad de cálculo las dos imágenes que registraría con los dos ojos una persona con una capacidad visual normal. A continuación, la unidad de cálculo puede procesar por separado las dos imágenes de la cámara y actualizar y ampliar el modelo tridimensional en el ordenador de bolsillo.

40 Además, al comienzo de la integración arriba mencionada se puede llevar a cabo una medida del desplazamiento de velocidad para mejorar la exactitud de medida y, con ello, la asignación de las imágenes de cámara adquiridas a las posiciones de lugar y angulares calculadas de la cámara. Esto puede tener lugar de diferentes modos:

55 El usuario de la ayuda visual puede ajustar la velocidad de las gafas a cero con medios de entrada correspondientes, por ejemplo manteniendo quietas las gafas durante un breve intervalo de tiempo. Esto

5 también puede realizarse por ejemplo dejando las gafas brevemente sobre una base inmóvil. En caso de una exactitud suficientemente alta de los sensores de aceleración y de los integradores electrónicos puede ser suficiente ajustar las gafas con una referencia de desplazamiento de velocidad cero en durante el proceso de carga, en el que muy probablemente éstas están en reposo, y a partir de ese momento iniciar la integración y utilizar este desplazamiento de velocidad para el uso diario.

10 La velocidad absoluta actual también se puede determinar con ayuda de otros medios auxiliares de navegación, por ejemplo mediante GPS o procedimientos de radio-triangulación comparables. Además, la velocidad actual de las gafas o del usuario de la ayuda visual se puede determinar por el cambio de la información de imagen en combinación con los datos de medida de aceleración de las gafas. Además de determinar la velocidad arriba mencionada, también existe la posibilidad de determinar la posición actual de las gafas del usuario por GPS o procedimientos de radio-triangulación comparables. La orientación de las gafas en el espacio, es decir las posiciones angulares de las gafas, se puede determinar evaluando los valores de posición angular previos, por ejemplo con una brújula (por ejemplo una sonda de Hall) o por procedimientos de medida de orientación comparables. El ángulo alrededor del eje de cabeceo de las gafas (ángulo de inclinación), que no se puede registrar con una brújula, se puede determinar por ejemplo con un sensor de inclinación gravitatorio.

15 También se puede utilizar una combinación de los procedimientos arriba mencionados para reducir al mínimo los errores de medida de los sensores integrados en las gafas, en particular para tratar específicamente las excepciones que se pueden producir en los diferentes procedimientos. Esto es especialmente aplicable cuando algunas zonas del entorno del usuario se mueven con rapidez o cuando éste se encuentra en un sistema inercial que se mueve rápidamente, por ejemplo en un tren, automóvil o avión.

20 De acuerdo con otra forma de realización preferente de la ayuda visual según la invención, la obtención de información estereoscópica o tridimensional referente al entorno espacial en el campo visual del usuario se produce mediante una segunda cámara en las gafas. Preferentemente, la segunda cámara también está integrada en las gafas y lo más alejada posible de la primera cámara. Gracias a la distancia fija conocida entre las dos cámaras, a partir de las dos imágenes ligeramente diferentes se puede calcular la información de profundidad estereoscópica en segmentos de la sección de imagen actual, que puede ser convertida en un mapa tridimensional del entorno del usuario por la unidad de cálculo electrónica y serle proporcionada por medios de estimulación.

25 En otra forma de realización preferente de la ayuda visual según la invención, alternativa o adicionalmente se utilizan sensores de distancia, por ejemplo sensores ultrasónicos, escáneres láser rotatorios en la zona espectral visible o no visible, por ejemplo en el rango ultravioleta o infrarrojo. Estos sensores de distancia permiten registrar mejor el entorno del portador del implante y, en consecuencia, también reconocer mejor los obstáculos. La información registrada por los sensores de distancia se puede procesar por ejemplo con procedimientos de triangulación y asignar a secciones correspondientes de la imagen de cámara registrada o a secuencias de la imagen de cámara. En este contexto también es posible disponer por ejemplo varios sensores como una formación unidimensional o multidimensional. En esta forma de realización preferente de la presente invención, las gafas incluyen formaciones unidimensionales o multidimensionales de sensores o accionadores, por ejemplo sensores ultrasónicos, infrarrojos, fotosensores, láseres u otros sensores o accionadores, o combinaciones de éstos.

30 En otra forma de realización preferente de la ayuda visual según la invención se lleva a cabo una proyección en bandas o una iluminación estructurada. En este caso se proyecta un patrón de bandas homogéneo o estructurado (por ejemplo "codificado en gris") al entorno del usuario, preferentemente con luz infrarroja, por ejemplo con luz láser. La generación de un patrón de bandas tiene lugar por ejemplo mediante una máscara de proyección situada delante de un rayo de luz. Alternativamente, por ejemplo si se utiliza un rayo láser, se pueden aprovechar ventajosamente los efectos de interferencia para generar un patrón correspondiente en el entorno del usuario. Alternativamente también es posible, por ejemplo, desviar un rayo de luz con ayuda de un sistema de microespejos y someterlo a modulación temporal paralela para registrar el campo visual actual del usuario.

35 Si se utiliza luz infrarroja, el patrón de bandas no es visible. Sin embargo, la cámara instalada en las gafas de la ayuda visual es sensible a la luz infrarroja y puede registrar el patrón de bandas. Las distorsiones de este patrón de bandas (por ejemplo curvaturas, desplazamientos) pueden ser transformadas en información de profundidad tridimensional mediante procedimientos de triangulación correspondientes, lo que de nuevo permite calcular un mapa tridimensional de la sección de imagen actual.

40 El patrón de bandas también se puede activar periódicamente a intervalos temporales definidos situados entre los momentos en que se graba la imagen de vídeo original (por ejemplo, 10 ms patrón de bandas, 490 ms sin patrón de bandas). De este modo, al mismo tiempo también se dispone de la imagen real del entorno, que puede ser utilizada, por ejemplo, para realizar un "mapa de texturas" ("texture mapping") del entorno actual en los objetos actualmente representados. En lugar de un "mapa de texturas" también es posible

enmascarar los objetos actualmente no representados con el mapa tridimensional, de modo que sólo sean visibles las secciones de imagen de los objetos actualmente representados, lo cual se puede llevar a cabo con relativamente poco esfuerzo de cálculo. Así se puede representar más claramente el entorno del usuario de la ayuda visual.

5 En otra forma de realización preferente de la ayuda visual según la invención, las gafas están provistas de una cámara y un proyector de rejilla, por ejemplo un proyector láser con unidad de deflexión, una máscara de proyección con fuente luminosa u otros medios de proyección. En esta forma de realización, la exploración del campo visual registrado por el sistema de ayuda visual se lleva a cabo mediante un rayo láser, que se posiciona con una unidad de deflexión correspondiente en el recorrido óptico del láser, por ejemplo un sistema de microespejos o de espejos giratorios accionado por piezotécnica. Puede emplearse la imagen de la cámara para determinar la posición del punto de imagen, a partir del cual después se puede calcular de nuevo la posición del segmento de objeto reflejado, por ejemplo por triangulación. Alternativamente también es posible utilizar un fotodetector XY más rápido que puede calcular la posición actual del punto de imagen en el entorno, posibilitando así una exploración de todo el entorno del usuario en cuestión de segundos.

10 15 En otra forma de realización preferente de la ayuda visual según la invención se lleva a cabo una medida del tiempo de recorrido de la luz láser reflejada con ayuda de un fotodetector rápido. En este caso se determina el tiempo de recorrido entre el instante de emisión del impulso de luz láser correspondiente y el instante de recepción del impulso de luz láser reflejado en el fotodetector y, a partir de este, se calcula la distancia al punto de imagen correspondiente teniendo en cuenta la velocidad de la luz. A continuación se puede crear un mapa tridimensional de la sección de imagen correspondiente evaluando los valores de medida para la retícula de imagen.

De acuerdo con otra forma de realización preferente de la presente invención, el mapa tridimensional generado por el ordenador de bolsillo también se puede guardar en una memoria de datos tridimensional externa, identificándose especialmente o destacándose en la sección de imagen registrada por el sistema de ayuda visual los objetos especiales, formas críticas del terreno u objetos importantes. De este modo, en el mapa tridimensional del sistema de ayuda visual se pueden identificar especialmente por ejemplo los siguientes objetos especiales de un entorno cotidiano: escalones, postes de farolas, semáforos, pasos de cebra, cantos de bordillos, irregularidades del suelo, automóviles, bicicletas y otros vehículos de diferentes tipos y formas, personas, rostros, partes del cuerpo, marcos de puerta, marcos de ventana, mesas, vajilla u otros objetos importantes que requieren una atención especial del observador o del usuario del sistema de ayuda visual.

25 30 Preferentemente, los objetos especiales se detectan automáticamente por comparación con una biblioteca de imágenes archivada en el ordenador de bolsillo o en la memoria de datos externa. En esta biblioteca de imágenes se puede guardar cualquier patrón de imagen que pueda ser importante para el usuario del sistema de ayuda visual, por ejemplo tomas de un semáforo o de otros objetos importantes desde diferentes direcciones visuales. La comparación permanente de las imágenes de vídeo registradas o grabadas por el sistema de ayuda visual con los patrones de imagen guardados en la biblioteca de imágenes permite reconocer automáticamente estos objetos especiales en la imagen de vídeo y a continuación identificarlos en el mapa tridimensional.

40 El registro de los componentes de imagen en el mapa tridimensional generado por el ordenador de bolsillo puede tener lugar, por ejemplo, mediante el conocido filtrado de Gabor u otros procedimientos de segmentación de imágenes. Para ello, por ejemplo, cada vector de punto de imagen $P_i = (x_i, y_i, z_i)$ del mapa tridimensional se puede dotar de una variable de propiedades E_i , con lo que resulta un vector de punto de imagen ampliado $P_i = (x_i, y_i, z_i, E_i)$ con $(i = 1, \dots, N)$. Esta variable de propiedades E_i puede representar atributos sencillos de forma binaria, por ejemplo importante o no importante, o también puede representar una clasificación en diferentes clases, por ejemplo sin interés, interesante, muy interesante, útil o peligroso. Los objetos con estos atributos o propiedades se pueden visualizar mediante efectos especiales en la sección de imagen representada por el sistema de ayuda visual, por ejemplo con un parpadeo, una alta luminosidad, una coloración especial u otras marcas.

50 55 De acuerdo con otra forma de realización preferente del sistema de ayuda visual según la invención, la medida de la distancia de los puntos de imagen u objetos en el entorno del usuario se lleva a cabo con ayuda de un sensor de distancia láser. Este tipo de sensores de distancia incluyen normalmente un rayo láser rotatorio alrededor del eje espacial z, que puede explorar el entorno por líneas en cada rotación. Dependiendo de la posición de montaje es posible una exploración de hasta una amplitud angular completa de 360° . La fuente de luz láser está posicionada sobre una plataforma giratoria que a su vez puede registrar el ángulo de giro z actual de la plataforma (0° a 360°).

La fuente de láser de un sensor de distancia láser envía, a intervalos suficientemente separados entre sí en el tiempo, pulsos de luz láser que se reflejan en los objetos del entorno explorado, midiéndose el tiempo de vuelta a su lugar de emisión con un fotodetector. El registro del impulso de luz emitido y reflejado se lleva a

cabo por ejemplo con ayuda de un fotodiodo y el tiempo de recorrido del impulso de luz se determina con una electrónica suficientemente rápida. A partir del intervalo de tiempo medido (tiempo de recorrido t) entre la emisión del impulso láser y el retorno del mismo y la velocidad de la luz ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s) se puede calcular la distancia del objeto en el que incide la luz láser a partir del producto según la fórmula $s = 1/2 v t$. Una ventaja de medir la distancia con un sensor de distancia láser es que el rayo láser permite proyectar al entorno un punto de imagen muy pequeño, con lo que se puede lograr una exploración y resolución detallada de la superficie del objeto.

Para obtener una imagen completa del entorno y registrar toda la superficie de la imagen es necesario explorar más de una línea de imagen. Para ello, el rayo láser del sensor de distancia láser debe desviarse adicionalmente en dirección vertical para explorar columnas de imagen en una sección angular deseada. Esto se puede llevar a cabo por ejemplo con un espejo giratorio alrededor del eje X, que también está equipado con un dispositivo de medida angular para el ángulo x con respecto al eje X. Con los ángulos x , z y la distancia s se puede calcular directamente por triangulación la posición $P_s = (x_s, y_s, z_s)$ del punto de imagen apuntado con respecto a la fuente de luz láser, y dicha posición se puede tomar como punto espacial en el mapa tridimensional generado por el sistema de ayuda visual.

Como fuente de láser se puede utilizar por ejemplo el llamado VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser - láser de cavidad vertical y emisión superficial). Estos componentes presentan una pequeña sección longitudinal de aproximadamente $300 \mu\text{m}$ y, por consiguiente, son fácilmente integrables en las gafas del sistema de ayuda visual. Como unidad de deflexión vertical se puede utilizar por ejemplo un microespejo comercial, como los ya utilizados en cámaras de vídeo. La rotación del microespejo alrededor del eje espacial Z puede tener lugar por ejemplo con un prisma azogado rotatorio accionado por un micromotor. Así, se pueden lograr unas dimensiones para el componente completo inferiores a 10 mm de sección longitudinal, que permiten alojar el componente en las gafas del sistema de ayuda visual. Si se utiliza un VCSEL con luz láser infrarroja fuera de la zona espectral visible, la exploración del entorno puede tener lugar sin molestar a las personas que se encuentran en el entorno del usuario o sin que éstas se den cuenta de tal exploración.

Como ya se ha descrito anteriormente, el registro de información tridimensional y el procesamiento posterior de los datos de imagen registrados en el sistema de ayuda visual se puede apoyar mediante un mapa tridimensional de los datos de imagen adquiridos generado externamente. Preferentemente, el mapa tridimensional es generado por los componentes electrónicos del ordenador de bolsillo y se almacena en una memoria de datos tridimensional externa, por ejemplo un servidor, conectado de forma inalámbrica (por ejemplo por WLAN o Bluetooth) con el sistema de ayuda visual.

El mapa tridimensional también se puede proporcionar como un mapa electrónico desde fuentes externas, por ejemplo un mapa para sistemas de navegación transmitidos al servidor o al ordenador de bolsillo por un CD u otros medios de almacenamiento, o por una conexión a Internet. En general, un material cartográfico de este tipo representa el entorno en forma de retículas sobre las que opcionalmente se puede desarrollar o proyectar una imagen de la superficie terrestre grabada en vídeo.

El mapa tridimensional también puede consistir en información tridimensional elaborada o preparada especialmente para un sistema de implante de retina, que incluye una forma detallada del entorno cercano. La resolución mínima suficiente para una representación de este tipo es preferentemente del orden de unos milímetros a centímetros. El mapa tridimensional puede incluir por ejemplo N puntos reticulares individuales $P_i = (x_i, y_i, z_i)$ con ($i = 1, \dots, N$) correspondientes a determinados puntos de imagen o puntos de superficie del entorno en cuestión. Estos puntos reticulares se pueden unir con puntos vecinos mediante líneas para así desplegar una retícula.

Sobre las superficies desplegadas en esta retícula del mapa tridimensional se puede desarrollar o proyectar una imagen grabada electrónicamente, por ejemplo en forma de una foto del entorno. Esto se lleva a cabo ventajosamente con el procedimiento conocido como "mapa de textura" ("texture mapping"), con lo que se forma una imagen tridimensional del entorno. Con la posición $P_B = (x_B, y_B, z_B)$ y la orientación $B = (B_x, B_y, B_z)$ del observador o de las gafas del usuario del sistema de ayuda visual se puede calcular entonces el campo visual actualmente visible del usuario por procedimientos de proyección, escalado y rotación del álgebra de matrices. Estos procedimientos son conocidos como "ray-tracing" (seguimiento de rayos), "vectografic" o "texture mapping" (proyección de imágenes sobre cuerpos reticulares tridimensionales).

La posición P_B y la orientación B del observador o de las gafas se determinan con ayuda del ordenador de bolsillo para representar la sección de imagen adquirida actual. Esto se lleva a cabo con el procedimiento de navegación por inercia arriba descrito o por ejemplo por navegación GPS. También se puede utilizar un procedimiento de navegación más preciso, con referencia local, similar al GPS, que puede determinar la posición P_B del observador con suficiente precisión, del orden de milímetros o centímetros, mediante radio-triangulación por medida de diferencias temporales de recorrido con un número M de emisores de referencia. La posición absoluta exacta $P_{R_j} = (X_{R_j}, Y_{R_j}, Z_{R_j})$ con ($j = 1, \dots, M$) de los emisores de referencia se almacena preferentemente en el ordenador de bolsillo.

La alineación espacial o la orientación B de las gafas del sistema de ayuda visual según la invención se puede determinar también mediante un sensor de inclinación gravitatorio u otros procedimientos (por ejemplo radio-triangulación). La imagen de vídeo adquirida por la cámara en las gafas se puede combinar opcionalmente con el modelo de retícula tridimensional y utilizar por ejemplo para el "texture mapping". De este modo se puede enmascarar el fondo posiblemente molesto de la imagen de vídeo para representar únicamente los objetos que se encuentran cerca del usuario. Por ejemplo, todas las partes molestas del fondo de la imagen se pueden representar en negro, es decir, en el implante no se produce ninguna estimulación eléctrica en dichos lugares. En este contexto, los objetos del modelo de retícula tridimensional situados en primer plano proporcionan, con su perfil, las líneas de limitación con respecto a las secciones de la imagen de vídeo que deben representarse.

La generación del mapa tridimensional para el entorno del usuario también se puede llevar a cabo mediante componentes electrónicos no integrados en las gafas de la ayuda visual. Las imágenes de vídeo adquiridas por las gafas y la posición P_B y orientación B correspondientes en cada caso pueden ser transmitidas después, por radio o por cable, al ordenador de bolsillo o a un servidor tridimensional, que con estos datos puede generar o actualizar el mapa tridimensional del entorno. Para ello se puede utilizar por ejemplo el llamado procedimiento de compensación de haces u otros procedimientos.

Para la navegación por inercia arriba mencionada se utilizan en principio sensores de aceleración e integradores electrónicos, integrándose los valores de medición de los sensores de aceleración mediante los integradores electrónicos. En general, un sensor de aceleración es masa de referencia acelerada m alojada de forma elástica en un soporte. La posición de la masa con respecto al soporte se puede determinar de forma capacitiva con estructuras de medida a modo de peine. Para ello, las estructuras de medición a modo de peine están fijadas tanto en el soporte como en la masa de referencia. Dependiendo del recorrido s en el que se desplazan una hacia otra las estructuras de medición a modo de peine engranadas entre sí, se produce una modificación de la capacidad eléctrica de la disposición y, en consecuencia, la medida correspondiente de la aceleración mecánica "a". Conociendo la constante del muelle D del alojamiento de la masa de referencia, la fuerza del muelle se obtiene a partir de la fórmula $F = D \cdot s$, e igualando la fórmula conocida para la fuerza de aceleración $F = m \cdot a$ se obtiene la medida de la aceleración "a" de la masa de referencia con $a = (D/m) \cdot s$. Estos sensores de aceleración de silicio producidos en procesos de semiconductores ya se pueden obtener en forma tridimensional, por ejemplo el componente "ADXL 330" de la firma Analog Devices.

En procedimientos de navegación por inercia resulta ventajoso alojar el sensor de aceleración de forma giratoria en los tres ejes espaciales de un giroscopio para lograr una estabilización giroscópica, es decir una orientación espacial fija definida de la disposición. Así, la cantidad de sensores de aceleración necesarios se puede reducir a un único sensor xyz tridimensional.

Se puede estructurar un integrador electrónico de forma analógica con ayuda de circuitos amplificadores operacionales precisos o, si se utiliza una calculadora digital, con procedimientos de integración matemáticos, que preferentemente adaptan su precisión a la señal de entrada. Algunos procedimientos de integración conocidos son, por ejemplo, el procedimiento de Euler, de Runge-Kutta, de Burlisch-Stoer y de Adams-Gear. Para realizar un integrador electrónico también se pueden utilizar procedimientos basados en modificaciones o combinaciones de los procedimientos arriba mencionados. En general, un procedimiento de integración digital es más preciso que uno de integración eléctrica y, por consiguiente, se utiliza preferentemente en el sistema de ayuda visual según la invención.

La invención se explica más detalladamente a continuación por medio de ejemplos de realización con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras:

- 45 Figura 1: representación esquemática del sistema de ayuda visual según una forma de realización preferente de la presente invención con un acoplamiento por cable entre las gafas y el modelo de ordenador de bolsillo;
- Figura 2: una representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización preferente de la presente invención con un acoplamiento inalámbrico entre las gafas y el ordenador de bolsillo;
- 50 Figura 3: representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización de la presente invención con sensores de aceleración tridimensionales o n-dimensionales, siendo $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$, etc;
- Figura 4: representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización de la presente invención con un sensor de aceleración hexadimensional;
- 55 Figura 5: representación esquemática del cálculo realizado en el sistema de ayuda visual según la invención para determinar la posición del sistema de ayuda visual según una forma de realización preferente de la presente invención;
- Figura 6: representación esquemática de un trazado de movimiento con una cantidad de posiciones sucesivas diferentes del sistema de ayuda visual según la presente invención;
- 60

- Figura 7: representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización preferente de la presente invención con dos cámaras para el registro de una imagen estereoscópica;
- Figura 8: representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización preferente de la presente invención con grupos de sensores; y
- Figura 9: representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización preferente de la presente invención con un proyector de retícula.

La Figura 1 muestra una representación esquemática del sistema de ayuda visual 1 según una forma de realización preferente de la presente invención. En esta forma de realización, el sistema de ayuda visual 1 según la invención incluye unas gafas 2, cuya forma es similar a la de unas gafas normales y que también pueden ser llevadas por el usuario del sistema de ayuda visual 1 como unas gafas normales. En las gafas 2 está integrada una cámara electrónica 7 que adquiere imágenes de vídeo en el campo visual del sistema de ayuda visual y las transforma en información de imagen eléctrica con puntos de imagen (píxeles). En la forma de realización representada en la Figura 1, el sistema completo 1 de la ayuda visual según la invención incluye unas gafas 2 y un ordenador de bolsillo 3, que puede ser transportado como una unidad independiente, por ejemplo junto al cuerpo del usuario. Las gafas 2 y el ordenador de bolsillo 3 están conectados entre sí mediante una línea de datos 4, que opcionalmente también puede incluir una línea de alimentación para proporcionar energía del ordenador de bolsillo 3 a las gafas 2.

El sistema de ayuda visual según la invención incluye medios electrónicos para el procesamiento electrónico de las imágenes adquiridas. Estos medios electrónicos preferentemente se alojan en una unidad de cálculo integrada en el sistema de ayuda visual y/o en la unidad independiente 3, que puede intercambiar datos de imagen y/o datos de control con la cámara por la línea de datos 4. En la forma de realización representada en la Figura 1, el componente independiente o el ordenador de bolsillo 3 incluye componentes electrónicos que pueden procesar electrónicamente los datos de imagen adquiridos por la cámara 7 y transmitirlos por la línea de datos 4. Los datos de imagen procesados por los componentes electrónicos en el ordenador de bolsillo 3 se pueden presentar en un dispositivo de visualización (no representado), donde pueden ser vistos por el usuario.

Si la ayuda visual según la invención se utiliza para ayudar a un usuario con problemas de visión, los datos de imagen procesados por los componentes electrónicos del ordenador de bolsillo 3 pueden transmitirse de nuevo a las gafas 2 por la línea de datos 4 y desde allí ser retransmitidos a su vez al dispositivo de estimulación microelectrónico 6 implantado en el ojo 5 del usuario. La transmisión de los datos de imagen desde las gafas 2 al dispositivo de estimulación microelectrónico 6 tiene lugar por ejemplo vía inalámbrica a través de una interfaz inductiva y/u optoelectrónica. El dispositivo de estimulación microelectrónico 6 transforma los datos de imagen recibidos en impulsos eléctricos de estimulación y los transmite a las células ganglionares de la retina y al nervio óptico, con lo que el usuario visualiza una imagen correspondiente.

Además de la reproducción realista de la imagen registrada por la cámara 7, el sistema de ayuda visual según la invención permite destacar especialmente y mostrar al usuario mediante información adicional determinados objetos de la imagen adquirida. Estos objetos determinados se pueden destacar por ejemplo utilizando diferentes tonos de gris o determinados colores para visualizar los objetos en cuestión. Además, en particular, se pueden destacar especialmente objetos situados en la proximidad inmediata del usuario visualizando información referente a la distancia de los objetos en cuestión. Por ejemplo, los objetos que se encuentran en el entorno cercano se pueden representar en otro color o tono de gris que los objetos más alejados. Adicional o alternativamente, los objetos más alejados se pueden enmascarar en la imagen registrada. También se puede visualizar el entorno del usuario, por ejemplo a través de una representación de contornos.

En caso de una utilización de la ayuda visual según la invención junto con un sistema de implante retineano arriba descrito para ayudar a un usuario con problemas de visión, en el ojo 5 del usuario puede estar implantado un dispositivo de estimulación microelectrónico 6 que recibe datos de imagen adquiridos por la cámara externa. El dispositivo de estimulación microelectrónico 6 está implantado en la zona de la retina e incluye numerosos electrodos de estimulación que transmiten impulsos de estimulación eléctricos a la retina correspondientemente a los datos de imagen recibidos. De este modo, la imagen registrada por la cámara 7 se transforma en señales eléctricas y se transmite a través de electrodos de estimulación del dispositivo de estimulación 6 mediante impulsos de estimulación eléctricos a las células ganglionares de la retina y al nervio óptico para así restablecer o mejorar la capacidad visual del usuario.

Las gafas 2 y la unidad independiente o el ordenador de bolsillo 3 del sistema de ayuda visual 1 están conectados entre sí mediante una línea de datos y/o una línea de alimentación 4 por cable y pueden transmitirse datos en ambos sentidos por dicha vía de comunicación. En un sentido se pueden transmitir los datos de imagen adquiridos por la cámara electrónica 7 de las gafas al ordenador de bolsillo 3 y, en el otro sentido, el ordenador de bolsillo 3 puede transmitir a la cámara 7 por ejemplo datos de control o de estimulación. Estos datos de control enviados por el componente independiente 3 a la cámara 7 sirven por

ejemplo para ajustar la nitidez, la orientación, el foco o el zum de la cámara 7, la selección o la ampliación de una sección de imagen determinada a registrar la cámara 7.

5 La Figura 2 es una representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización preferente de la presente invención con una vía de comunicación inalámbrica. La estructura de la forma de realización del sistema de ayuda visual según la invención representada en la Figura 2 corresponde esencialmente a la estructura representada en la Figura 1, con lo que se puede hacer referencia a la descripción de la Figura 1. A diferencia de la forma de realización anteriormente descrita, en la forma de realización representada en la Figura 2 está prevista una línea de datos inalámbrica 8 en lugar de la línea por cable 4. Este tipo de línea de datos inalámbrica 8 puede estar configurada por ejemplo como una conexión por radio bidireccional entre las gafas 2 y la unidad independiente o el ordenador de bolsillo del sistema de ayuda visual 1. Las gafas 2 y la unidad independiente o el ordenador de bolsillo 3 del sistema de ayuda visual 1 se pueden comunicar entre sí e intercambiar datos de imagen o datos de control vía la línea de datos inalámbrica bidireccional 8.

15 La Figura 3 muestra una representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización preferente de la presente invención con sensores de aceleración tridimensionales 9. En las gafas 2 están dispuestos tanto la cámara 7 como tres sensores de aceleración 9, que de este modo están acoplados entre sí en los movimientos. Los sensores de aceleración 9 miden la aceleración de traslación $[\ddot{x} \ \ddot{y} \ \ddot{z}]$ de la cámara 7 en las tres direcciones espaciales $[x, y, z]$. Además, a partir de los valores de aceleración de traslación de los sensores 9 se puede determinar la aceleración angular $[\ddot{\alpha}_x \ \ddot{\alpha}_y \ \ddot{\alpha}_z]$ de la cámara 7 alrededor de los tres ejes espaciales.

20 La Figura 4 muestra una representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización preferente de la presente invención con un sensor de aceleración hexadimensional. Al igual que la cámara 7, el sensor de aceleración hexadimensional 10 está dispuesto en las gafas 2 y, por tanto, ejecuta los mismos movimientos y aceleraciones que la cámara 7. Este sensor de aceleración hexadimensional 10 puede medir tanto la traslación $[\ddot{x} \ \ddot{y} \ \ddot{z}]$ de la cámara 7 como su aceleración angular $[\ddot{\alpha}_x \ \ddot{\alpha}_y \ \ddot{\alpha}_z]$ en los tres ejes espaciales.

30 Gracias a los valores de medida proporcionados por los sensores de aceleración 9 y los sensores de aceleración angular 10, se puede identificar un cambio de la orientación espacial de la cámara 7 con respecto a una orientación espacial previa de la misma. Para ello, la posición espacial u orientación de la cámara 7 con respecto a una posición u orientación previa de la misma es determinada mediante los medios electrónicos del sistema de ayuda visual 1 según un procedimiento de navegación inercial.

35 La Figura 5 muestra una representación esquemática del cálculo realizado en el sistema de ayuda visual según la invención para determinar la posición del sistema de ayuda visual de acuerdo con una forma de realización preferente de la presente invención. Los medios electrónicos del sistema de ayuda visual 1 según la invención incluyen integradores electrónicos 11 y 12 que pueden ejecutar una integración matemática digital. Como muestra la Figura 5, a partir de los valores de la aceleración ortogonales medidos por los sensores de aceleración se puede obtener un vector de aceleración hexadimensional que incluye los tres valores de aceleración de traslación y los tres de aceleración angular. Los índices x, y, z de los vectores anotados se refieren respectivamente a los ejes espaciales ortogonales del sistema inercial 13 de la cámara 7. La orientación angular de la cámara también se puede determinar evaluando los valores de posición angular previos, con una brújula, una sonda de Hall y/o un sensor de inclinación gravitatorio.

45 Los componentes electrónicos del ordenador de bolsillo 3 están configurados de modo que pueden realizar la integración digital de los valores de medida proporcionados por los sensores de aceleración para determinar la orientación y la posición espacial de la cámara. Para ello, a partir de los seis valores de medida de la aceleración ortogonales del vector de aceleración, el primer integrador 11 genera un vector de aceleración hexadimensional que incluye tres valores de velocidad de traslación y tres valores de velocidad de rotación. Así, también es posible determinar la velocidad actual de la cámara modificando los datos de imagen registrados y teniendo en cuenta los valores de aceleración determinados por los sensores de aceleración acoplados a la cámara. En este contexto, con una simple adición vectorial de un vector de desplazamiento de velocidad hexadimensional se puede tener en cuenta el desplazamiento de velocidad para anularlo en los cálculos. También pueden estar previstos medios de entrada para poner a cero el valor de medida de los sensores de aceleración y/o de los sensores de aceleración angular.

50 Con el segundo integrador 12 se genera, a partir del vector de velocidad, un vector de posición relativo hexadimensional que indica la diferencia entre una posición previa de la cámara y una posición posterior de la misma. Este vector de posición relativa hexadimensional incluye tres coordenadas de variación de lugar $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$, que indican la diferencia entre las coordenadas de lugar (x, y, z) de la posición previa de la cámara y las de la posición posterior de la cámara, y tres coordenadas de variación angular $(\Delta\phi_x, \Delta\phi_y, \Delta\phi_z)$, que indican

la diferencia de la posición angular ($\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$) de la posición previa de la cámara con respecto a la posición posterior de la misma. La integración se puede llevar a cabo en pasos temporales discretos o de forma continua, debiendo ser menor la amplitud temporal de los pasos de integración en la integración de los valores de medición de aceleración que el intervalo en el que la aceleración de la cámara varía esencialmente.

La Figura 6 muestra una representación esquemática de un trazado de movimiento con una cantidad de posiciones sucesivas diferentes del sistema de ayuda visual según la presente invención. Con el sistema de ayuda visual según la invención, con la cámara 7 se puede registrar una secuencia de al menos dos imágenes con una posición diferente de la cámara 7 en cada caso, o se puede grabar una secuencia de imágenes a intervalos temporales fijos con una posición diferente de la cámara en cada caso. A partir de esta secuencia de imágenes registradas de forma sucesiva a un ritmo relativamente rápido y con diferentes posiciones de la cámara, con ayuda de los medios electrónicos se puede calcular y visualizar una reproducción estereoscópica de las imágenes registradas, es decir, una reproducción tridimensional del entorno adquirido.

Para ello, los medios electrónicos calculan la posición espacial y/u orientación de la cámara 7 a partir de la secuencia de las imágenes adquiridas desde diferentes posiciones de la cámara. Utilizando coordenadas de variación de lugar y angular, a cada imagen registrada de la secuencia se le puede asignar una posición relativa de la cámara 7 con respecto a la posición de la cámara o del usuario del sistema de ayuda visual en el registro de la imagen previa o la imagen posterior. En este contexto, las imágenes más antiguas de una secuencia de imágenes registradas pueden tener una influencia cada vez menor en los cálculos, o pueden no influir ya en los mismos. Así, con el sistema de ayuda visual según la invención, con una única cámara 7 es posible calcular y visualizar una reproducción tridimensional de las imágenes adquiridas y los objetos que éstas incluyen, mediante una secuencia de imágenes registradas en serie desde diferentes posiciones de la cámara.

La Figura 7 muestra una representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización preferente de la presente invención con dos cámaras 7. La segunda cámara está integrada en las gafas 2 en una posición alejada de la primera cámara. Con ayuda de las dos cámaras se pueden registrar dos imágenes simultáneamente para crear con ellas una imagen estereoscópica. Con las imágenes estereoscópicas, los medios electrónicos del sistema de ayuda visual pueden calcular y mostrar al usuario una reproducción tridimensional de la imagen registrada y los objetos que ésta incluye. El cálculo de la reproducción tridimensional de la imagen registrada se puede llevar a cabo aplicando el procedimiento de compensación de haces.

La Figura 8 muestra una representación esquemática del sistema de ayuda visual según otra forma de realización de la presente invención con grupos de sensores. En esta forma de realización están previstos varios sensores de distancia en las gafas 2, dispuestos en una formación 14 unidimensional o multidimensional. Los sensores pueden servir para determinar la distancia de objetos y/u obstáculos en la imagen adquirida y proporcionarla al sistema de ayuda visual como información adicional. Los sensores de distancia pueden estar configurados como sensores ultrasónicos o escáneres láser rotatorios en la zona espectral visible o no visible. También pueden estar previstos otros tipos de sensores o accionadores en las gafas 2, por ejemplo sensores ultrasónicos, infrarrojos, fotosensores, láseres o combinaciones de los mismos.

La Figura 9 muestra una representación esquemática de otra forma de realización preferente del sistema de ayuda visual según la invención. En esta forma de realización preferente, el sistema de ayuda visual está equipado con una fuente luminosa 15 para iluminar la sección de imagen registrada por la cámara con luz 18 en la zona espectral visible o no visible, con luz infrarroja o con luz láser infrarroja o visible 18, mientras que la cámara 7 del sistema de ayuda visual es sensible en la zona espectral correspondiente. Mediante dicha fuente luminosa 15, la sección de imagen a registrar por la cámara se puede iluminar con un patrón de bandas homogéneo o estructurado. Para la proyección de un patrón de bandas estructurado 16 sobre la sección de imagen a registrar por la cámara 7 también se puede utilizar un proyector láser con una unidad de deflexión adecuada, un proyector de retícula o una máscara de proyección situada en el recorrido óptico de una fuente luminosa. También es posible generar efectos de interferencia con luz láser y proyectar un patrón de interferencia sobre la sección de imagen a registrar por la cámara.

La Figura 9 muestra una representación esquemática del sistema de ayuda visual equipado con un proyector de retícula. El proyector de retícula ilumina la sección de imagen a registrar por la cámara con un patrón de bandas o reticular, que incide sobre los objetos de la sección de imagen y es reflejado por ellos. De este modo se producen distorsiones del patrón de bandas o reticular que permiten sacar conclusiones sobre la posición, el tamaño y el emplazamiento de los objetos en la sección de imagen registrada. Con ayuda de los medios electrónicos del sistema de ayuda visual 1, a partir de las distorsiones, curvaturas, desplazamientos u otros cambios del patrón de bandas o reticular se puede elaborar y visualizar una reproducción tridimensional de la imagen registrada y los objetos que ésta incluye.

El sistema de ayuda visual puede grabar alternativamente una imagen de la sección de imagen a adquirir bajo iluminación con un patrón de bandas 16 y una imagen de la sección de imagen sin patrón de bandas 16, y combinar o comparar entre sí con los medios electrónicos los datos de imagen de las imágenes registradas. La sección de imagen se puede explorar mediante un rayo láser 18 controlado por columnas y líneas para obtener datos de imagen adicionales y/o información sobre la distancia de objetos en la imagen registrada. En este contexto, el sistema de ayuda visual 1 según la invención puede estar equipado con un fotodetector que determina la posición espacial de los objetos en la imagen registrada y/o su distancia a la cámara, midiendo el tiempo de recorrido de la luz láser 18 reflejada por el punto de imagen correspondiente.

Listado de números de referencia

10	1	Sistema de ayuda visual
	2	Gafas
	3	Unidad electrónica independiente u ordenador personal
	4	Línea de datos por cable y/o línea de alimentación entre 2 y 3
	5	Ojo del usuario
15	6	Dispositivo de estimulación implantable
	7	Cámara
	8	Línea de datos inalámbrica entre 2 y 3
	9	Sensores para medir la aceleración de traslación o la aceleración angular
10	10	Sensor para medir la aceleración de traslación y la aceleración angular
20	11	Medio electrónico o integrador electrónico
	12	Medio electrónico o integrador electrónico II
	13	Sistema inercial de la cámara
	14	Grupo de sensores
	15	Fuente luminosa o proyector de retícula
25	16	Patrón reticular o de bandas proyectado
	17	Distorsión en el patrón reticular o de bandas reflejado
	18	Rayos de luz o rayos de luz láser

REIVINDICACIONES

1. Sistema de ayuda visual que incluye al menos una primera cámara (7) para adquirir una imagen con numerosos datos de imagen y medios electrónicos (11, 12) para procesar los datos de imagen adquiridos, estando diseñados los medios electrónicos (11, 12) para visualizar, en la reproducción de la imagen procesada, información adicional referente a la posición espacial y/o a determinados atributos de los objetos de la imagen asociada a los objetos en la imagen adquirida y estando asociados en la reproducción de la imagen procesada los objetos con información referente a la distancia entre la cámara (7) y los objetos en la imagen adquirida, caracterizado porque el sistema de ayuda visual incluye además un dispositivo de estimulación (6) implantable en el órgano visual (5) del cuerpo para reproducir la imagen adquirida mediante una estimulación correspondiente del órgano visual (5), estando diseñados los medios electrónicos (11, 12) para posibilitar una representación con profundidad selectiva de la imagen adquirida.
2. Sistema de ayuda visual según la reivindicación 1, caracterizado porque la información adicional referente a la posición de objetos en la imagen adquirida se indica en la reproducción de la imagen procesada destacando visualmente determinados objetos, preferentemente utilizando diferentes tonos de gris y/o determinados colores para visualizar determinados objetos.
3. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque algunos objetos de la imagen adquirida se identifican en la reproducción de la imagen procesada mediante la visualización de información referente a la distancia de los objetos en cuestión con respecto a la posición del usuario del sistema de la ayuda visual (1) mediante una visualización especial.
4. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los objetos de la imagen adquirida más cercanos a la posición del usuario del sistema de ayuda visual (1) se identifican en la reproducción de la imagen procesada mediante la visualización con tonos de gris diferentes y/o colores diferentes a los empleados para los objetos más alejados.
5. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los objetos de la imagen adquirida más alejados de la posición del usuario de la ayuda visual (1) se enmascaran en la reproducción de la imagen procesada.
6. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque a cada punto de imagen de la imagen a procesar se le asigna un vector de punto de imagen $[P_i = (x_i, y_i, z_i, E_i)]$ que incluye coordenadas espaciales tridimensionales $[x_i, y_i, z_i]$ y una variable de propiedades E_i que representa determinados atributos del punto de imagen en cuestión.
7. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque una reproducción tridimensional de la imagen registrada incluye puntos de retícula $[P_i = (x_i, y_i, z_i)]$ correspondientes a determinados puntos de imagen de la imagen adquirida y, mediante líneas entre puntos de retícula vecinos, se despliega una retícula.
8. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, en un modo de funcionamiento determinado, en la reproducción de la imagen procesada sólo se visualizan los objetos de la imagen adquirida que se encuentran en una zona de registro determinada de la ayuda visual (1).
9. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque es posible ajustar diferentes modos de funcionamiento en el sistema de ayuda visual (1), en función de los cuales el sistema de ayuda visual (1) procesa la imagen adquirida y reproduce la imagen procesada, y porque la selección de los modos de funcionamiento se realiza mediante elementos de mando del sistema de ayuda visual (1) o con un mando a distancia.
10. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, en un modo de funcionamiento determinado, el área de registro óptico del sistema de ayuda visual (1) se amplía y después se reduce de nuevo de forma reiterada, con lo que se visualizan continuamente vistas en corte espaciales con áreas de registro diferentes.
11. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, a través de los medios electrónicos (11, 12), mediante los datos de imagen registrados se genera y visualiza una representación en perspectiva a vista de pájaro u otras perspectivas o etapas de zoom de la imagen adquirida y los objetos que ésta incluye.

12. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, a través de los medios electrónicos (11, 12), mediante los datos de imagen registrados se genera y visualiza una proyección horizontal de la imagen adquirida y los objetos que ésta incluye.
- 5 13. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, a través de los medios electrónicos (11, 12), mediante los datos de imagen registrados se genera y visualiza una reproducción tridimensional de la imagen adquirida y los objetos que ésta incluye.
- 10 14. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incluye además una memoria de datos donde se puede almacenar una biblioteca de imágenes con una cantidad de patrones de imagen, y porque los medios electrónicos (11, 12) están configurados para llevar a cabo un reconocimiento de patrones de imagen de modo que los objetos de la imagen adquirida se comparan con patrones de imagen prefijados y se asignan correspondientemente.
- 15 15. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para crear una reproducción tridimensional se registran al menos dos imágenes desde diferentes posiciones espaciales de la cámara (7) teniendo en cuenta las posiciones espaciales diferentes y la orientación angular relativa de la cámara (7), siendo dichas imágenes procesadas por los medios electrónicos (11, 12).
- 20 16. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cámara (7) está acoplada con al menos un sensor de aceleración (9) que determina la aceleración de traslación $[\ddot{x} \ \ddot{y} \ \ddot{z}]$ de la cámara (7) en las tres direcciones espaciales $[x, y, z]$ y que, dependiendo de la cantidad y la disposición de los sensores de aceleración (9), también puede determinar las aceleraciones angulares $[\ddot{\alpha}_x \ \ddot{\alpha}_y \ \ddot{\alpha}_z]$ de la cámara (7) en los tres ejes espaciales $[x, y, z]$.
- 25 17. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cámara (7) está acoplada con al menos un sensor de aceleración angular (10) que determina la aceleración angular $[\ddot{\alpha}_x \ \ddot{\alpha}_y \ \ddot{\alpha}_z]$ de la cámara (7) en los tres ejes espaciales $[x, y, z]$.
- 30 18. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, a través de los medios electrónicos (11, 12), mediante los valores de medida de la aceleración angular proporcionados por una serie de sensores de aceleración angular (10), se determina una variación de la orientación espacial de la cámara (7) con respecto a una orientación espacial previa de la cámara (7); y/o incluyendo el sistema de ayuda visual (1) integradores electrónicos (11, 12) para la integración de los valores de medida de la aceleración proporcionados por una serie de sensores de aceleración (9, 10) y para el cálculo de la posición espacial y la orientación de la cámara (7).
- 35 19. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se registra una secuencia de al menos dos imágenes en cada caso en una posición diferente de la cámara (7), preferentemente a intervalos de tiempo fijos.
- 40 20. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, a través de los medios electrónicos (11, 12), a partir de la secuencia de las imágenes adquiridas desde diferentes posiciones de la cámara, se genera y visualiza una reproducción tridimensional o estereoscópica de las imágenes registradas y los objetos que éstas incluyen; y/o porque, a través de los medios electrónicos (11, 12), a partir de la secuencia de imágenes adquiridas desde diferentes posiciones de la cámara, se calcula la posición espacial y/o la orientación de la cámara (7).
- 45 22. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está prevista una segunda cámara (7) que registra imágenes estereoscópicas junto con la primera cámara (7), estando integrada la segunda cámara (7) preferentemente en las gafas (2) en una posición alejada de la primera cámara (7).
- 50 23. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se determina la velocidad actual de la cámara (7) a través de la variación de los datos de imagen registrados, teniendo en cuenta los valores de medición de aceleración calculados por los sensores de aceleración (9, 10) acoplados con la cámara (7).

24. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la orientación angular de la cámara (7) se determina evaluando los valores de posición angular previos mediante una brújula, una sonda de Hall y/o un sensor de inclinación gravitatorio.
- 5 25. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está previsto al menos un sensor de distancia para determinar la distancia de objetos y/u obstáculos en la imagen registrada, estando configurado el sensor de distancia preferentemente como sensor ultrasónico o escáner láser rotatorio en la zona espectral visible o no visible.
- 10 26. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incluye una fuente luminosa para iluminar la sección de imagen a adquirir por la cámara (7) con luz (18) en la zona espectral visible o no visible, con luz infrarroja o con luz láser infrarroja o visible (18), y porque la cámara (7) del sistema de ayuda visual (1) es sensible en la zona espectral correspondiente.
- 15 27. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque sobre la sección de imagen a adquirir por la cámara (7) proyecta luz (18) con un patrón de bandas (16) homogéneo o estructurado, y porque, a través de los medios electrónicos (11, 12), a partir de las distorsiones, curvaturas, desplazamientos u otros cambios (17) del patrón de bandas (16) presentes en la imagen adquirida, se elabora y visualiza una reproducción tridimensional de la imagen registrada y los objetos que ésta incluye.
- 20 28. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, para iluminar de la sección de imagen a registrar por la cámara (7) con un patrón de bandas (16), incluye un proyector láser con unidad de deflexión, un proyector de retícula (15) o una máscara de proyección posicionada en el recorrido óptico de una fuente luminosa.
- 25 29. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque genera efectos de interferencia con luz láser (18) y proyecta un patrón de interferencia (16) sobre la sección de imagen a adquirir por la cámara (7).
- 30 30. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque adquiere alternativamente una imagen de la sección de imagen a registrar bajo iluminación con un patrón de bandas (16) y una imagen de la sección de imagen a registrar sin iluminación, y combina o compara entre sí con los medios electrónicos (11, 12) los datos de imagen de las imágenes registradas.
31. Sistema de ayuda visual según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la sección de imagen a adquirir se explora mediante un rayo láser para obtener datos de imagen y/o información sobre la distancia de objetos en la imagen registrada.

Fig. 1

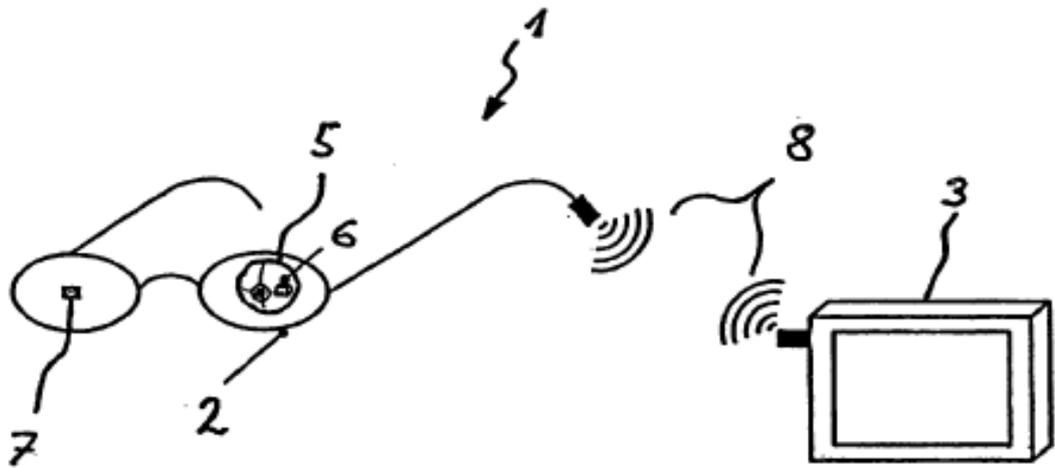
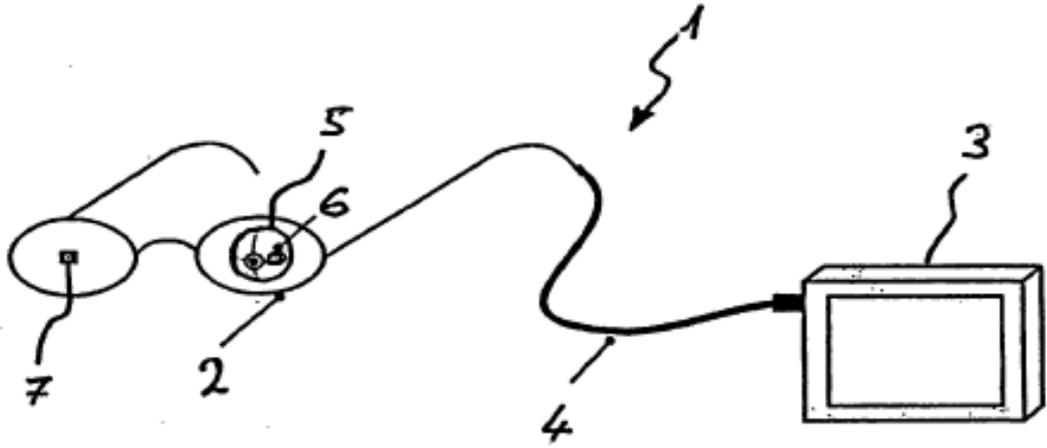


Fig. 2

Fig. 3

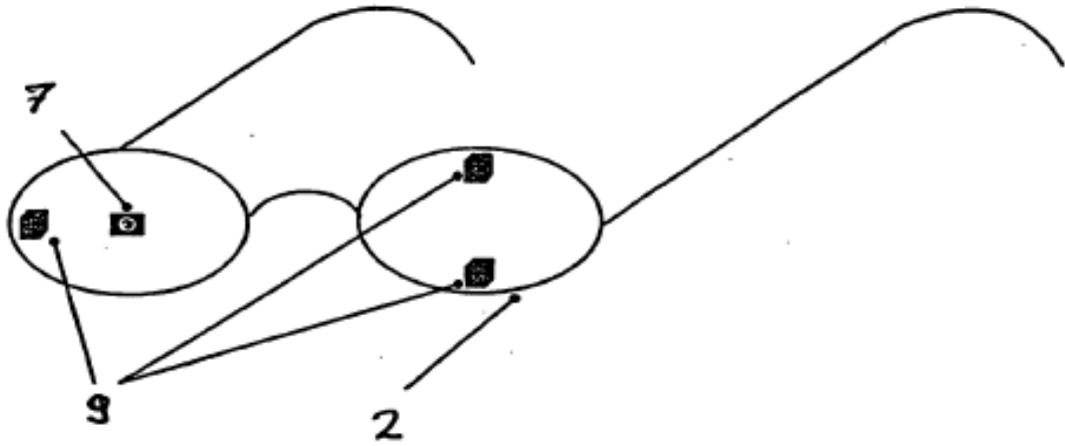
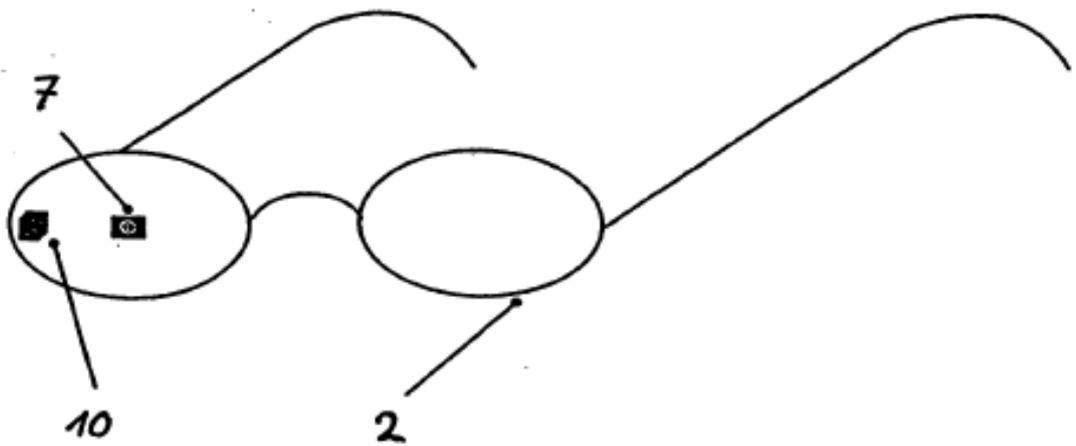


Fig. 4



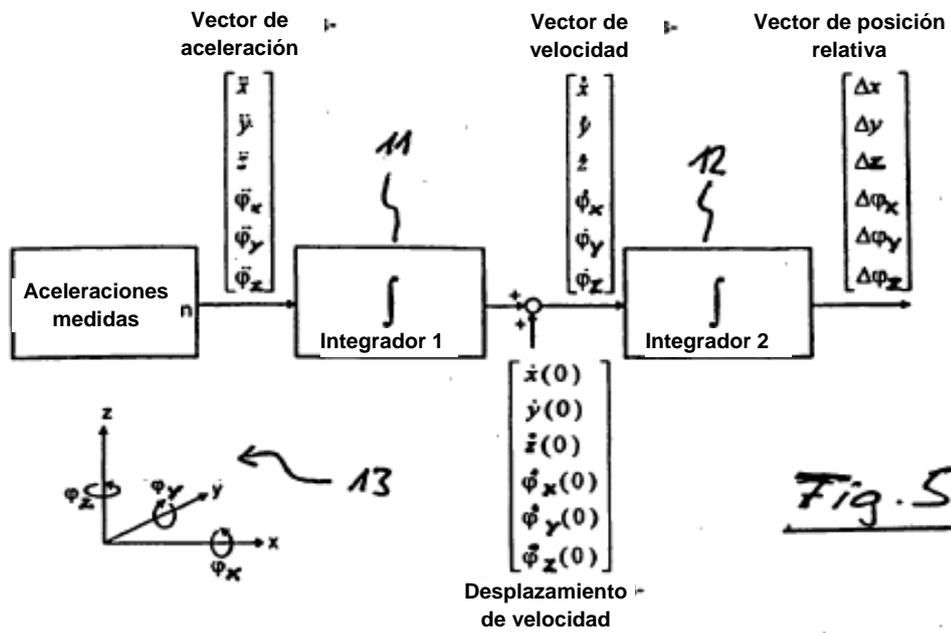


Fig. 5

Fig. 6

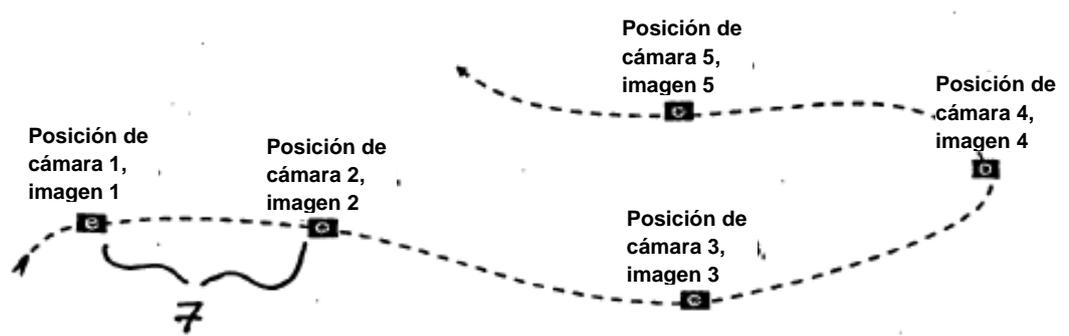


Fig. 7

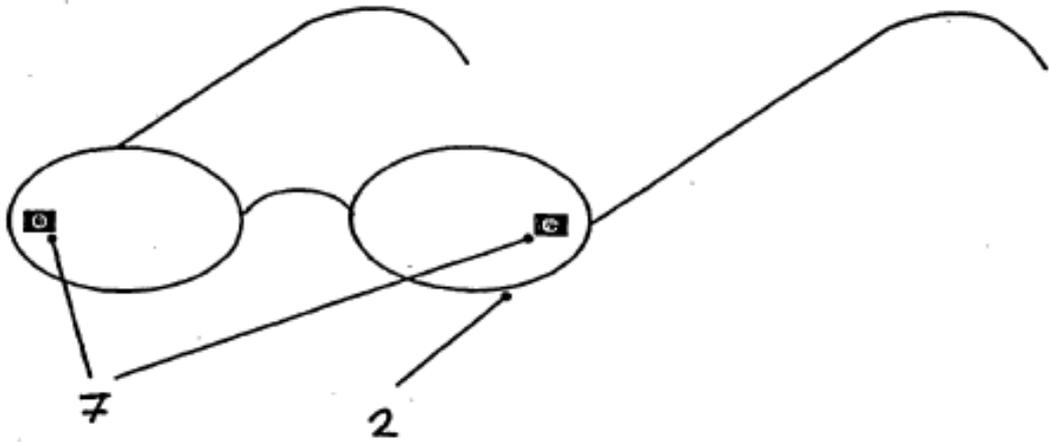


Fig. 8

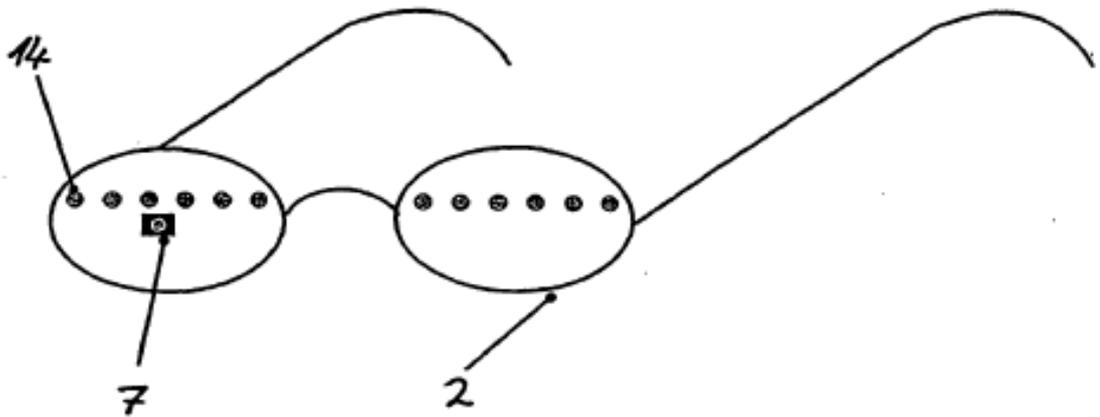


Fig. 9

