

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 768**

21 Número de solicitud: 201031356

51 Int. Cl.:

A61B 3/028 (2006.01)

A61B 3/08 (2006.01)

A61H 5/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

13.09.2010

30 Prioridad:

18.12.2009 CN 200910262470.4

43 Fecha de publicación de la solicitud:

26.02.2013

71 Solicitantes:

**THE INSTITUTE OF OPTICS AND ELECTRONICS,
THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES (50.0%)
P.O. Box 350, Shuangliu
Chengdu, Sichuan 610209 CN y
UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
OF CHINA (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ZHANG, Yudong;
ZHOU, Yifeng;
DAI, Yun;
RAO, Xuejun y
ZHAO, Haoxin**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

54 Título: **MÉTODO DE ENTRENAMIENTO ADAPTATIVO DE LA PERCEPCIÓN VISUAL ÓPTICA DEL OJO HUMANO Y APARATO DEL MISMO.**

57 Resumen:

Método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano que comprende: un subsistema de medición de la aberración de onda del ojo humano para la medición de la aberración de onda del ojo humano de una persona que va a ser examinada; un subsistema de corrección de la aberración de onda del ojo humano para conducir y controlar el corrector de frente de onda para corregir la aberración de onda del ojo humano de la persona que va a ser examinada en base a la aberración de onda del ojo humano medida de la persona examinada; y un subsistema de entrenamiento de la percepción visual para el procesamiento y visualización de los objetivos de observación de distintas frecuencias espaciales y distintos contrastes, y la presentación de los objetivos de observación a la persona examinada, para conducir un proceso de medición de la función visual del ojo humano y un proceso de entrenamiento de la percepción.

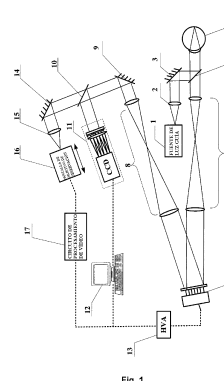


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

MÉTODO DE ENTRENAMIENTO ADAPTATIVO DE LA PERCEPCIÓN VISUAL ÓPTICA DEL OJO HUMANO Y APARATO DEL MISMO

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano y a un aparato de entrenamiento capaz de varias funciones que incluyen la corrección de la aberración del ojo, la medición de la función visual (que incluye pero no se limita a una medición del
10 umbral de contraste), el entrenamiento de la percepción visual. El estímulo visual más fino se obtiene corrigiendo la aberración del ojo humano por medio de un sistema óptico adaptativo, y entonces se puede medir el límite de la agudeza del ojo humano, y se puede mejorar eficientemente el efecto de entrenamiento de la percepción visual y la función visual del ojo humano realizando el entrenamiento
15 de la percepción visual con tal aparato.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA PREVIA

El desarrollo de la visión del ser humano es un proceso progresivo. Los globos oculares han crecido a una cierta extensión cuando una persona nace. No obstante, el crecimiento no es completo en términos de anatomía o función
20 fisiológica, y los globos oculares continuarán creciendo en un largo plazo a partir de entonces. El desarrollo normal de la Visión requiere dos condiciones, una es el proceso de desarrollo postnatal, y el otro es el estímulo visual externo. Las edades de 0-7 son la etapa dorada para el desarrollo de la visión, durante la que si los ojos están en sombra durante un largo periodo, la visión no se desarrollará y
25 permanecerá en un nivel bajo debido a la deficiencia de estímulos visuales normales de las imágenes externas.

La función de los globos oculares es dominante para la visión de una persona. Normalmente, un globo ocular no tiene la característica óptica tan perfecta y cuya capacidad está afectada por varios factores que incluyen, por
30 ejemplo, la difracción de la pupila, la aberración de la córnea y el cristalino y la

dispersión del humor acuoso (R. Williams, D., & Hofer, H., Formación y Adquisición de la Imagen Retinal. In: J.S.W. Leo M. Chalupa (Ed.) Las Neurociencias Visuales, Editorial del MIT, Cambridge, Massachusetts, Londres, Inglaterra, 2003).

- 5 Generalmente, el efecto debido a la dispersión del humor acuoso es tan pequeño que es insignificante. La aberración es grande mientras que la difracción es pequeña si la pupila llega a ser grande, mientras que la aberración es pequeña mientras que la difracción es grande si la pupila llega a ser pequeña. La aberración de los ojos humanos incluye la aberración de bajo orden y la
- 10 aberración de alto orden, la primera se puede corregir fácilmente pero la última es difícil de ser corregida.

- Recientemente, muchos investigadores (Geun-Young Yoon y David R. Williams, Rendimiento Visual después de corregir las aberraciones monocromáticas y cromáticas del ojo, J. Opt.Soc.Am.A/Vol. 19, N°2) tratan de
- 15 aplicar la tecnología de Ópticas Adaptativas en la investigación de la visión para explorar la relación entre la aberración de alto orden y la visión normal y explorar el límite de la visión espacial. No obstante, no está acordado si se puede alcanzar una visión superior a lo normal después de que se corrija toda la aberración (incluyendo la de bajo orden y la de alto orden) de un sistema visual
- 20 (Marcos, S., Sawides, L., Gamba, E., & Dorronsoro, C., Influencia de la corrección de la aberración ocular de las ópticas adaptativas en la agudeza visual a distintas luminancias y polaridades de contraste. 8: 1-12, 2008).

- Un sistema visual solamente se puede desarrollar correctamente con la ayuda de experiencias visuales (Chiu, C., & Weliky, M., El Papel de la Actividad
- 25 Neuronal en el Desarrollo de la Selectividad de Orientación. In: J.S.W. Leo M. Chalupa (Ed.) Las Neurociencias Visuales, Editorial del MIT, Cambridge, Massachusetts, Londres, Inglaterra, 2003). El desarrollo de una agudeza fina necesita el desarrollo fino del sistema nervioso visual que depende del grado de claridad de la imagen en la retina para el sistema óptico de un globo ocular. Una
- 30 imagen no se puede generar claramente en la retina debido a la dispersión y la

aberración de alto orden. La frecuencia de corte espacial que se puede diferenciar por el sistema nervioso visual no será más grande que la frecuencia espacial más alta de la imagen generada en la retina por los globos oculares.

El proceso aprendizaje de la percepción visual muestra que la capacidad de identificación del sistema nervioso para una cierta imagen se mejorará mucho a través del aprendizaje, que indica que el sistema nervioso es entrenable incluso para un adulto. Muchas pruebas psicológicas revelan que un adulto puede aumentar su velocidad y tasa de éxito para un montón de tareas de percepción visual mediante el aprendizaje (Zhou YF, Huang CB, Xu PJ, Tao LM, Qiu ZP, Li XR y Lu ZL, El Aprendizaje Perceptual Mejora la Sensibilidad de Contraste y la Agudeza Visual en Adultos con Ambliopía Anisométrica. Investigación de la Visión, 46(5): 739-750, 2006). No obstante, el proceso de aprendizaje de la percepción visual anterior usa la lente para corregir la aberración de bajo orden, y una imagen no se puede generar claramente en la retina debido a la aberración de alto orden todavía existente y la dispersión. Por consiguiente, el proceso de aprendizaje de la percepción visual simple mejora la función visual a una extensión limitada por la claridad de la imagen.

En vista de que el sistema nervioso visual es entrenable, la presente invención combina la técnica de la corrección adaptativa de la aberración óptica y la técnica de aprendizaje de la percepción visual. La calidad de la imagen generada en la retina se puede mejorar mucho después de que la aberración es corregida a través de la técnica óptica adaptativa. Si el proceso de aprendizaje de la percepción visual se conduce con tal estímulo visual fino, se puede mejorar la agudeza del sistema nervioso visual, y por ello el efecto del entrenamiento de la percepción visual y la función visual de los ojos humanos se pueden mejorar eficientemente.

RESUMEN DE LA INVENCION

En vista de las anteriores desventajas en las técnicas previas, la presente invención propone un método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano y un aparato capaz de varias funciones que incluyen

la corrección de la aberración del ojo, la medición de la función visual (que incluye pero no se limita a una medición del umbral de contraste), el entrenamiento de la percepción visual. El estímulo visual más fino se obtiene corrigiendo la aberración del ojo por medio de un sistema óptico adaptativo, y
 5 entonces se puede medir el límite de la agudeza del ojo, y se puede mejorar eficientemente el efecto de entrenamiento de la percepción visual y la función visual de los ojos humanos realizando el entrenamiento de la percepción visual con tal aparato.

De acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, hay propuesto
 10 un método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano, que comprende el paso de: un paso de medición de la aberración de onda del ojo humano para medir la aberración de onda del ojo humano de una persona que va a ser examinada usando una fuente de luz de referencia de infrarrojo cercano, un corrector de frente de onda y un sensor de frente de onda;
 15 un paso de corrección de la aberración de onda del ojo humano para conducir y controlar el corrector de frente de onda para corregir la aberración de onda del ojo humano de la persona que va a ser examinada en base a la aberración de onda del ojo humano medida de la persona examinada; y un paso de entrenamiento de la percepción visual para visualizar en una pantalla objetivo de observación los
 20 objetivos de observación de las distintas frecuencias espaciales y los distintos contrastes después de que han estado sujetos a procesamiento en un circuito de procesamiento de vídeo, y que presentan los objetivos de observación a la persona examinada a través del corrector de frente de onda controlado y dirigido, para conducir un proceso de medición de la función visual del ojo humano y un
 25 proceso de entrenamiento de la percepción visual.

Preferentemente, el proceso de medición de la función visual del ojo humano radica en una medición del umbral de contraste del ojo humano, donde la dificultad del estímulo se ajusta en tiempo real en respuesta a la respuesta de la persona examinada de acuerdo con el método de ajuste de los psicofísicos. El
 30 contraste del objetivo de observación que va a ser visualizado a continuación se

reduce si el número de respuestas continuas de la persona examinada que son correctas alcanza un primer valor determinado, y el contraste se aumenta si el número de respuestas continuas que son incorrectas alcanza un segundo valor predeterminado. La corrección de la persona examinada durante el proceso
5 completo de medición se mantiene en un nivel acabado el ajuste y entonces se obtiene un umbral de contraste del ojo humano de la persona examinada. Se obtiene una sensibilidad del contraste del ojo humano invirtiendo el umbral de contraste del ojo humano. Más preferentemente, el proceso de entrenamiento de la percepción visual comprende los pasos de: medir un umbral de contraste del
10 ojo humano de la persona examinada respectivamente para las retículas de las distintas frecuencias espaciales; seleccionar una frecuencia espacial que corresponde a un umbral de contraste del ojo humano predeterminado en base a la diferencia de los umbrales de contraste bajo distintas frecuencias espaciales; y conducir el proceso de entrenamiento de la percepción visual usando la retícula
15 con la frecuencia espacial seleccionada.

Alternativamente, el proceso de entrenamiento de percepción visual comprende los pasos de: seleccionar la frecuencia espacial medida después del proceso de entrenamiento de la percepción visual precedente; y conducir el proceso de entrenamiento de la percepción visual usando la retícula con la
20 frecuencia espacial seleccionada.

De acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, hay propuesto un aparato de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano, que comprende: un subsistema de medición de la aberración de onda del ojo humano que incluye una fuente de luz de referencia del infrarrojo
25 cercano, un corrector de frente de onda y un sensor de frente de onda, para la medición de la aberración de onda del ojo humano de una persona que va a ser examinada; un subsistema de corrección de la aberración de onda del ojo humano que incluye una unidad de control y dicho corrector de frente de onda, para conducir y controlar el corrector de frente de onda para corregir la aberración de
30 onda del ojo humano de la persona que va a ser examinada en base a la

aberración de onda del ojo humano medida de la persona examinada; y un subsistema de entrenamiento de la percepción visual que incluye un circuito de procesamiento de vídeo, una pantalla objetivo de observación y dicho corrector de frente de onda, para la visualización en la pantalla objetivo de observación de los objetivos de observación de distintas frecuencias espaciales y distintos contrastes después de que han estado sujetos al procesamiento en el circuito de procesamiento de vídeo, y presentar los objetivos de observación a la persona examinada a través del corrector de frente de onda controlado y conducido, para conducir un proceso de medición de la función visual del ojo humano y un proceso de entrenamiento de la percepción visual.

Preferentemente, el corrector de frente de onda se selecciona de un grupo que consta de un espejo reflector deformable, un corrector de frente de onda de cristal líquido, un espejo deformable de membrana micro mecanizada, un espejo deformable micro electromecánico, un espejo deformable Bimorfo, y un espejo deformable líquido.

Preferentemente, se selecciona el sensor de frente de onda de un grupo que consta de un sensor de frente de onda Hartmann basado en grupo de micro lentes, un sensor de frente de onda Hartmann basado en grupo de micro prismas, un sensor de frente de onda de Curvatura y un sensor de frente de onda de Pirámide.

Preferentemente, la pantalla objetivo de observación se selecciona a partir de un grupo que consta de una pantalla de CRT, una pantalla comercial, una pantalla de cristal líquido, una pantalla de plasma, una pantalla electro luminiscente, y una pantalla luminiscente orgánica. Preferentemente, el circuito de procesamiento de vídeo combina el canal R y el canal B de la salida normal de vídeo y obtiene una escala de grises de 14 bits o superior.

Comparado con la técnica previa, la presente invención propone el concepto de aplicar la tecnología óptica adaptativa en el proceso de entrenamiento de la percepción visual por primera vez. El aparato de acuerdo con la presente invención es capaz de varias funciones que incluyen la corrección de la aberración del ojo, la medición de la función visual (que incluye pero no se

limita a una medición del umbral de contraste), el entrenamiento de la percepción visual. Comparado con el proceso de entrenamiento de la percepción visual previo, el aparato puede obtener el estímulo visual fino corrigiendo la aberración del ojo por medio de un sistema óptico adaptativo, y entonces se puede medir el
 5 límite de la agudeza del ojo, y por ello se puede mejorar eficientemente el efecto del entrenamiento de la percepción visual y la medición de la función visual de los ojos humanos realizando el entrenamiento de la percepción visual con tal aparato.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 El anterior y otros objetos, características y ventajas de la presente invención serán más claros a partir de la descripción detallada siguiente sobre las realizaciones no limitadas de la presente invención tomadas en conjunción con los dibujos anexos en los que:

La Fig. 1 es un diagrama de bloques esquemático para mostrar las
 15 respectivas unidades que funcionan en la presente invención;

La Fig. 2 es un diagrama esquemático para mostrar el proceso de entrenamiento de percepción visual de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

20 Más adelante, se describirá la presente invención de acuerdo con los dibujos. En la siguiente descripción, se usan algunas realizaciones particulares para el propósito de descripción solamente, que no se entenderá como limitación alguna de la presente invención sino ejemplos de la misma. Aunque pueda enturbiar la comprensión de la presente invención, se omitirá la construcción o
 25 estructura convencional.

La Fig. 1 es un diagrama de bloques esquemático para mostrar las respectivas unidades que funcionan en la presente invención.

Como se muestra en la Fig. 1, un aparato de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica de acuerdo con la presente invención comprende una
 30 fuente de luz de referencia de infrarrojo cercano 1, un lente de colimación 2, un

primer reflector 3, un primer divisor de haz 4, un sistema afocal de coincidencia de haz 6, un corrector de frente de onda 7, un sistema afocal de coincidencia de haz 8, un segundo reflector 9, un segundo divisor de haz 10, un sensor de frente de onda 11, un ordenador 12, un amplificador de alta tensión 13, un tercer reflector 14, un sistema óptico de imagen 15, una pantalla objetivo de observación 16 y un circuito de procesamiento de vídeo 17. El ojo humano se indica por el signo de referencia 5.

El método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano de acuerdo con la presente invención comprende las siguientes tres etapas: una etapa de medición de la aberración de onda del ojo humano, una etapa de corrección de la aberración de onda del ojo humano y una etapa de entrenamiento de la percepción visual.

En la etapa de medición de la aberración de onda del ojo humano, la fuente de luz de referencia de infrarrojo cercano 1 emite luces, que se coliman por el colimador 2 y se reflejan por el primer reflector 3 y el primer divisor de haz 4, y finalmente entran en la pupila del ojo humano 5. Las luces se reflejan desde el fondo de ojo, viajan a través del sistema afocal de coincidencia de haz 6 después de la reflexión en el primer divisor de haz 4 y alcanzan el corrector de frente de onda 7, que refleja las luces al sistema afocal de coincidencia de haz 8. Las luces llegan al sensor de frente de onda 11 después de que se reflejan desde el segundo reflector 9 y el segundo divisor de haz 10. El sensor de frente de onda 11 transmite la señal de error medida al ordenador 12 para obtener la aberración de onda del ojo humano.

Entonces en la etapa de corrección de la aberración de onda del ojo humano, el ordenador 12 obtiene la tensión de control para el corrector de frente de onda 7 ejecutando una aplicación de control de ordenador en base a la aberración de onda del ojo humano obtenida. La tensión de control se amplifica por el amplificador de alta tensión 13 y se aplica en el corrector de frente de onda 7 para conducirlo, y por ello corregir la aberración de onda del ojo humano.

La etapa de entrenamiento de la percepción visual comienza después de la etapa de corrección de la aberración de onda del ojo humano. Una medición de la función visual y la aplicación del entrenamiento de la visión ejecutada en el ordenador 12 generan los objetivos de observación de distintas frecuencias espaciales y distintos contrastes. Los objetivos de observación generados se visualizan en la pantalla objetivo de observación 16 después de que son sujetas a procesamiento en el circuito de procesamiento de vídeo 17. La persona bajo examen ve los objetivos de observación visualizados en la pantalla objetivo de observación 16 a través del primer divisor de haz 4, el sistema afocal de coincidencia de haz 6, el corrector de frente de onda 7, el sistema afocal de coincidencia de haz 8, el segundo reflector 9, el segundo divisor de haz 10, el tercer reflector 14 y las lentes de imagen 15. El proceso de entrenamiento de la percepción visual y el proceso de medición de la función visual del ojo humano (que incluye pero no se limita a la medición del umbral de contraste) comienza.

El corrector de frente de onda 7 se puede seleccionar a partir de un grupo que consta de un espejo reflector deformable, un corrector de frente de onda de cristal líquido, un espejo deformable de membrana micro mecanizada, un espejo deformable micro electromecánico (MEMS), un espejo deformable Biomorfo y un espejo deformable líquido.

El sensor de frente de onda 11 se puede seleccionar de un grupo que consta de un sensor de frente de onda Hartmann basado en grupo de micro lentes, un sensor de frente de onda Hartmann basado en grupo de micro prismas (ver la Patente de Invención China N° ZL03126431.X), un sensor de frente de onda de Curvatura y un sensor de frente de onda de Pirámide. La pantalla objetivo de observación 16 se puede seleccionar de un grupo que consta de una pantalla de CRT, una pantalla comercial, una pantalla de cristal líquido, una pantalla de plasma, una pantalla electroluminiscente, una pantalla luminiscente orgánica.

El circuito de procesamiento de vídeo 17 puede combinar el canal R y el canal B de la salida normal de vídeo y obtener una escala de grises de 14 bits (que corresponde a 16.384 niveles) o superior, para satisfacer los requerimientos

del proceso de medición de la función visual del ojo humano y el proceso de entrenamiento de la percepción visual. Por ejemplo, el circuito de procesamiento de vídeo 17 puede tomar la forma de un circuito como se revela en la Patente de Utilidad China N° ZL02220968.9.

5 La Fig. 2 es un diagrama esquemático para mostrar el proceso de entrenamiento de la percepción visual de la presente invención.

 Como se muestra en la Fig. 2, durante cada proceso de entrenamiento, aparece un entrecruzamiento en la pantalla dos veces secuencialmente, en compañía con una indicación de audio. A continuación de cada aparición de
10 entrecruzamiento, se podría presentar un espacio en blanco (una pantalla gris), o un objetivo (es decir, una retícula sinusoidal sujeta al procesamiento límite suave) que va a ser detectado. Se requiere a la persona que va a ser examinada que presione la tecla izquierda para efectuar una respuesta cuando la retícula aparece después de que el entrecruzamiento ocurre por primera vez. Se requiere a
15 la persona que procese la tecla derecha para efectuar una respuesta cuando la retícula aparece después de que ocurre el entrecruzamiento por segunda vez. El proceso se repite hasta que se completan todas las tareas de entrenamiento, es decir, las tareas para el día completo.

 En la presente invención, el proceso de medición de la función visual del
20 ojo humano consiste en una medición del umbral de contraste del ojo humano, donde la dificultad del estímulo se ajusta en tiempo real en respuesta a la respuesta de la persona examinada de acuerdo con el método de ajuste de psicofísicos. El contraste del objetivo de observación que va a ser visualizado a continuación se reduce, es decir, se mejora la dificultad, si la persona examinada
25 responde correctamente continuamente tres veces. Si la persona examinada responde equivocadamente, el contraste del objetivo de observación que va a ser visualizado a continuación se aumenta, para reducir la dificultad. Mediante tal ajuste, la corrección de la persona examinada durante el proceso de medición completo se mantiene casi sin cambios. Al final, el contraste convergerá con el
30 umbral de contraste del ojo humano para la persona examinada. La sensibilidad

de contraste del ojo humano se obtiene invirtiendo el umbral de contraste del ojo humano.

El proceso de entrenamiento de la percepción visual puede adoptar el método convencional “examen→ entrenamiento → re-examen”, donde las curvas
5 de sensibilidad de contraste del ojo humano bajo antes y después del proceso de entrenamiento de la percepción visual se miden bajo ocho frecuencias espaciales (que incluyen 0,6, 1, 2, 4, 8, 16, 24 y 32 ciclos por grado) y las retículas de las distintas frecuencias espaciales aparecen aleatoriamente. Después de la medición, los contrastes de las ocho frecuencias espaciales convergen con los umbrales de
10 contraste del ojo humano de la persona a examen. Una frecuencia espacial apropiada (es decir, la frecuencia de corte) se selecciona para el entrenamiento en base a la diferencia de los umbrales de contraste del ojo humano bajo distintas frecuencias espaciales. Por ejemplo, la frecuencia espacial que corresponde a un umbral de contraste del ojo humano de 0,4 de una persona se deduce de acuerdo
15 con una curva de sensibilidad de contraste conocida. El proceso de entrenamiento de la percepción visual requiere a la persona examinada conducir las tareas de entrenamiento para una cantidad predeterminada en el mismo momento de cada día bajo la frecuencia espacial seleccionada. El entrenamiento puede adoptar un método de ajuste similar a la medición del umbral de contraste, y toma
20 automáticamente el umbral de contraste obtenido finalmente después del entrenamiento del día anterior como el valor inicial para el siguiente día, mientras que la frecuencia de la retícula se mantiene sin cambios.

La descripción anteriormente mencionada da solamente las realizaciones preferentes de la presente invención y no trata de limitar la presente invención de
25 ninguna manera. De esta manera, cualquier modificación, sustitución, mejora o similar hecha dentro del espíritu y principio de la presente invención se debería abarcar por el alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano, que comprende el paso de:

un paso de medición de la aberración de onda del ojo humano para medir
 5 la aberración de onda del ojo humano de una persona que va a ser examinada usando una fuente de luz de referencia de infrarrojo cercano, un corrector de frente de onda y un sensor de frente de onda;

un paso de corrección de la aberración de onda del ojo humano para conducir y controlar el corrector de frente de onda para corregir la aberración de
 10 onda del ojo humano de la persona que va a ser examinada en base a la aberración de onda del ojo humano medida de la persona examinada; y

un paso de entrenamiento de la percepción visual para visualizar en una pantalla objetivo de observación los objetivos de observación de distintas frecuencias espaciales y distintos contrastes después de que han sido sujetos a
 15 procesamiento en un circuito de procesamiento de vídeo, y que presentan los objetivos de observación a la persona examinada a través del corrector de frente de onda controlado y dirigido, para conducir un proceso de medición de la función visual del ojo humano y un proceso de entrenamiento de la percepción visual.

20 2. El método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano de acuerdo con reivindicación 1, en donde

el proceso de medición de la función visual del ojo humano consiste en una medición del umbral de contraste del ojo humano, donde la dificultad del estímulo se ajusta en tiempo real en respuesta a la respuesta de la persona
 25 examinada de acuerdo con el método de ajuste de psicofísicos de tal manera que el contraste del objetivo de observación que va a ser visualizado a continuación se reduce si el número de respuestas continuas de la persona examinada que son correctas alcanza un primer valor predeterminado, y el contraste se aumenta si el número de respuestas continuas que son equivocadas alcanza un segundo valor
 30 predeterminado.

3. El método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano de acuerdo con reivindicación 2, en donde

la corrección de la persona examinada durante el proceso de medición completo se mantiene en un nivel hasta el ajuste y entonces se obtiene un umbral de contraste del ojo humano de la persona examinada; y por ello se obtiene una sensibilidad de contraste del ojo humano invirtiendo el umbral de contraste del ojo humano.

4. El método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano de acuerdo con reivindicación 3, en donde

el proceso de entrenamiento de la percepción visual comprende los pasos de:

medir un umbral de contraste del ojo humano de la persona examinada respectivamente para las retículas de distintas frecuencias espaciales;

seleccionar una frecuencia espacial que corresponde a un umbral de contraste del ojo humano predeterminado en base a la diferencia de los umbrales de contraste bajo distintas frecuencias espaciales; y

conducir el proceso de entrenamiento de la percepción visual usando la retícula con la frecuencia espacial seleccionada.

5. El método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano de acuerdo con reivindicación 3, en donde

el proceso de entrenamiento de la percepción visual comprende los pasos de:

seleccionar la frecuencia espacial medida después del proceso de entrenamiento de la percepción visual precedente; y

conducir el proceso de entrenamiento de la percepción visual usando la retícula con la frecuencia espacial seleccionada.

6. Un aparato de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano, que comprende:

un subsistema de medición de la aberración de onda del ojo humano que incluye una fuente de luz de referencia de infrarrojo cercano, un corrector de

frente de onda y un sensor de frente de onda, para la medida de la aberración de onda del ojo humano de una persona que va a ser examinada;

un subsistema de corrección de la aberración de onda del ojo humano que incluye una unidad de control y dicho corrector de frente de onda, para conducir
5 y controlar el corrector de frente de onda para corregir la aberración de onda del ojo humano de la persona que va a ser examinada en base a la aberración de onda del ojo humano medida de la persona examinada; y

un subsistema de entrenamiento de la percepción visual que incluye un circuito de procesamiento de vídeo, una pantalla de objetivo de observación y
10 dicho corrector de frente de onda para la visualización en la pantalla de objetivo de observación los objetivos de observación de las distintas frecuencias espaciales y distintos contrastes después de que han sido sujetos a procesamiento en el circuito de procesamiento de vídeo, y que presentan los objetivos de observación a la persona examinada a través del corrector de frente de onda
15 controlado y dirigido, para conducir un proceso de medición de la función visual del ojo humano y un proceso de entrenamiento de la percepción visual.

7. El aparato de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el corrector de frente de onda se selecciona de un grupo que consta de un espejo reflector
20 deformable, un corrector de frente de onda de cristal líquido, un espejo deformable de membrana Micro mecanizada, un espejo deformable micro electromecánico, un espejo deformable Bimorfo y un espejo deformable líquido.

8. El aparato de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el sensor de frente
25 de onda se selecciona de un grupo que consta de un sensor de frente de onda Hartmann basado en grupo de micro lentes, un sensor de frente de onda Hartmann basado en grupo de micro prismas, un sensor de frente de onda de Curvatura y un sensor de frente de Pirámide.

9. El aparato de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica
30 del ojo humano de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la pantalla objetivo

de observación se selecciona de un grupo que consta de una pantalla de CRT, una pantalla comercial, una pantalla de cristal líquido, una pantalla de plasma, una pantalla electroluminiscente, y una pantalla luminiscente orgánica.

- 5 **10.** El aparato de entrenamiento adaptativo de la percepción visual óptica del ojo humano de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el circuito de procesamiento de vídeo combina el canal R y el canal B de la salida normal de vídeo y obtiene una escala de grises de 14 bits o superior.

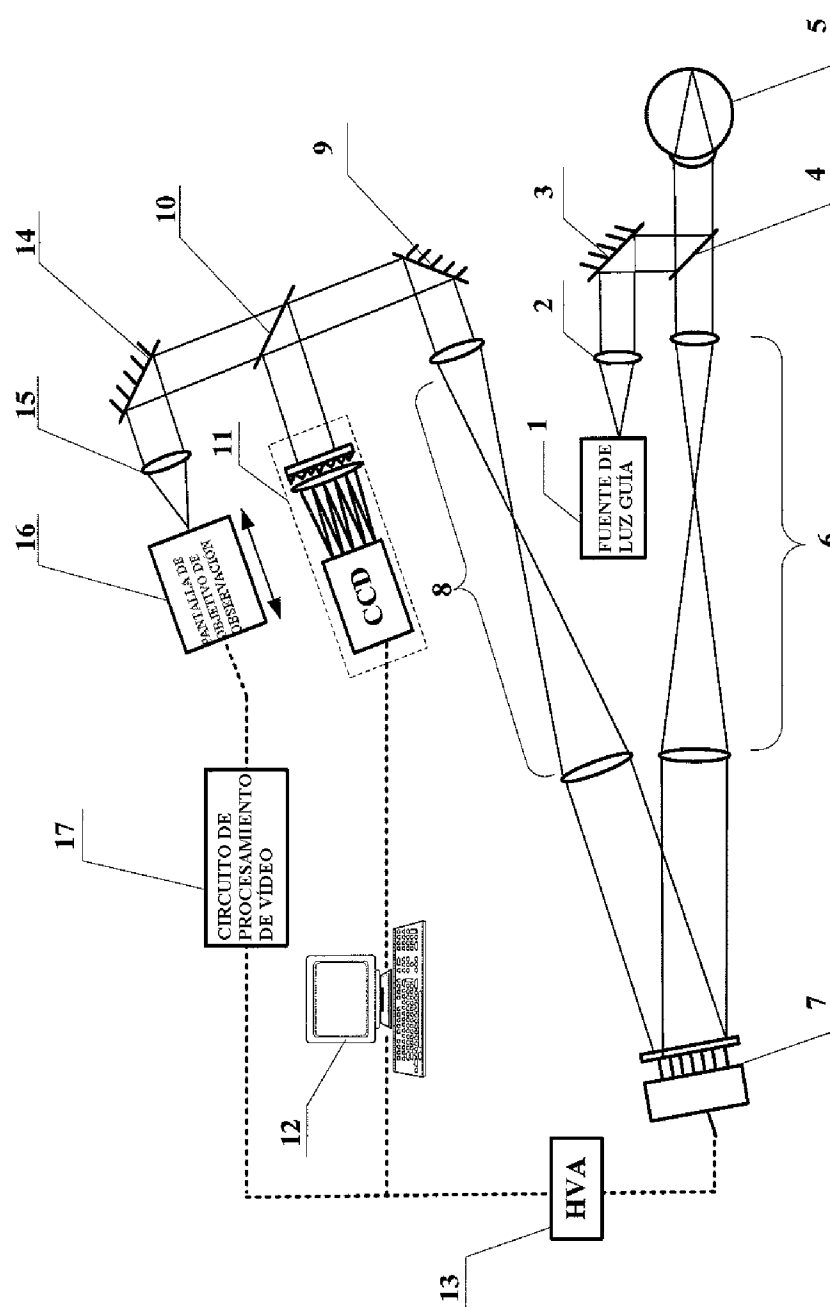


Fig. 1

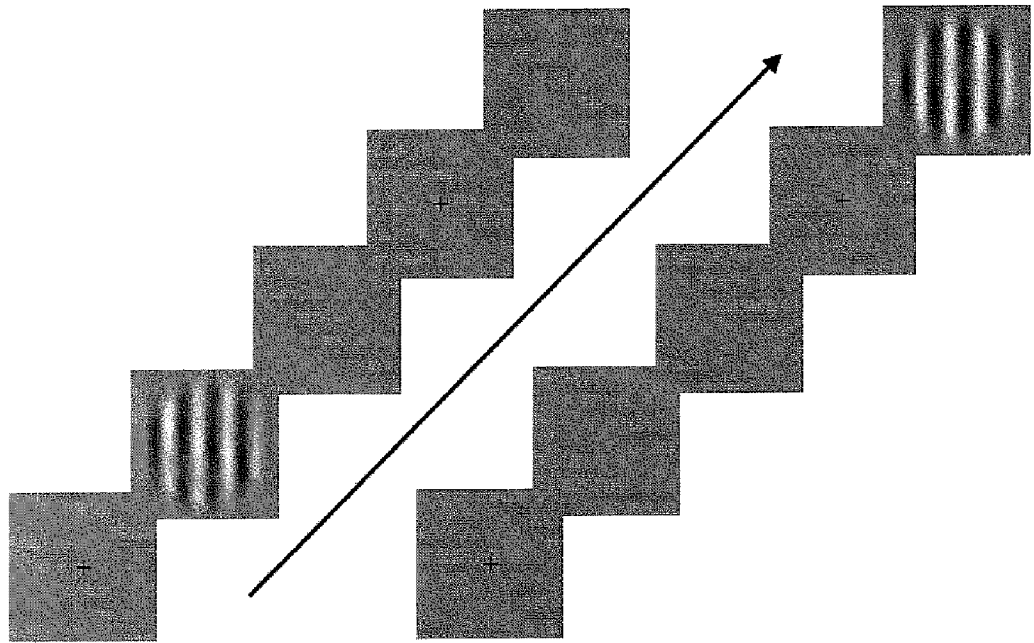


Fig. 2



②① N.º solicitud: 201031356

②② Fecha de presentación de la solicitud: 13.09.2010

③② Fecha de prioridad: **18-12-2009**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	CN 101336823 A (INST OPTICS&ELECT CN ACAD) 07.01.2009, reivindicaciones 1-5; figura 1.	1-10
A	WO 2008070683 A (FATEH, S) 12.06.2008, todo el documento.	1-10
A	GAMBRA E. et al. "Accomodative lag and fluctuations when optical aberrations are manipulated", Journal of visión, USA, 2009, vol. 9, nº 6, páginas 4.1-15.	1-10
A	Base de datos BIOSIS/BIOSIS, PREV200300525791, Fernández E. et al. "Visual benefit of correcting spherical aberration evaluated with an adaptive – optics visual simulator", resumen, ARVO Annual Meeting Abstract Search and Program Planner, 2003, vol. 2003 nº 2088.	1-10
A	Base de datos BIOSIS/BIOSIS, PREV200300154434, Artal P. et al. "Adaptive-optics system to predict the impact of aberrations in the quality of vision", resumen, ARVO Annual Meeting Abstract Search and Program Planner, 2002, vol. 2002, nº 2064.	1-10
A	MANZANERA S. et al. "Liquid crystal adaptive optics visual simulator: application to testing and design of ophthalmic optical elements", Optics Express, USA, 26.11.2007, vol. 15, nº 24, páginas 23-34.	1-10
A	Base de datos MEDLINE/NLM, AN: NLM19521271, LI SHIMING et al. "Effects of monochromatic aberration on visual acuity using adaptive optics", USA, Julio 2009, vol. 86, nº 7, páginas 868-874.	1-10
A	FERNÁNDEZ E. et al. "Binocular adaptive optics visual simulator", Optical letters, USA, 01.09.2009, vol. 34, nº 17, páginas 2628-2630.	1-10
A	WO 20081444168 A (AMO DEVELOPMENT) 27.11.2008, reivindicaciones 1-22.	1-10
A	CN 100405016C (INST OF PHOTOELECTRIC TECH CAS) 23.07.2008, resumen; figura 3.	1-10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
11.02.2013

Examinador
A. Cárdenas Villar

Página
1/5



- ②① N.º solicitud: 201031356
②② Fecha de presentación de la solicitud: 13.09.2010
③② Fecha de prioridad: **18-12-2009**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 1330979 A (TOPCON CORPORATION) 07.01.2003, reivindicaciones 1-8.	1-10
A	EP 0544631 A (FOSSETTI) 02.06.1993, todo el documento.	1-10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
11.02.2013

Examinador
A. Cárdenas Villar

Página
2/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

A61B3/028 (2006.01)**A61B3/08** (2006.01)**A61H5/00** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A61B, A61H

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, BIOSIS, MEDLINE, NPL, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 11.02.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1 - 10	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1 - 10	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	CN 101336823 A (INST OPTICS&ELECT CN ACAD)	07.01.2009
D02	WO 2008070683 A (FATEH. S)	12.06.2008
D03	GAMBRA E. et al. "Accomodative lag and fluctuations when optical aberrations are manipulated", Journal of visión, USA, 2009, vol. 9, nº 6, páginas 4.1-15.	2009
D04	Base de datos BIOSIS/BIOSIS, PREV200300525791, FERNÁNDEZ E. et al. "Visual benefit of correcting spherical aberration evaluated with an adaptive – optics visual simulator", resumen, ARVO Annual Meeting Abstract Search and Program Planner, 2003, vol. 2003 nº 2088.	2003
D05	Base de datos BIOSIS/BIOSIS, PREV200300154434, ARTAL P. et al. "Adaptive-optics system to predict the impact of aberrations in the quality of vision", resumen, ARVO Annual Meeting Abstract Search and Program Planner, 2002, vol. 2002, nº 2064	2002
D06	MANZANERA S. et al. "Liquid crystal adaptive optics visual simulator: application to testing and design of ophthalmic optical elements", Optics Express, USA, 26.11.2007, vol. 15, nº 24, páginas 23-34.	26.11.2007
D07	Base de datos MEDLINE/NLM, AN: NLM19521271, LI SHIMING et al. "Effects of monochromatic aberration on visual acuity using adaptive optics", USA, Julio 2009, vol. 86, nº 7, páginas 868-874.	Julio 2009
D08	FERNÁNDEZ E. et al. "Binocular adaptive optics visual simulator", Optical letters, USA, 01.09.2009, vol. 34, nº 17, páginas 2628-2630.	01.09.2009
D09	WO 20081444168 A (AMO DEVELOPMENT)	27.11.2008
D10	CN 100405016C (INST OF PHOTOELECTRIC TECH CAS)	23.07.2008
D11	EP 1330979 A (TOPCON CORPORATION)	07.01.2003
D12	EP 0544631 A (FOSSETTI)	02.06.1993

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La solicitud de patente en estudio tiene una reivindicación independiente, la nº 1, que se refiere a un método de entrenamiento adaptativo de la percepción visual que comprende una etapa de medición de la aberración de onda del ojo, una etapa de corrección de la aberración y una etapa de entrenamiento de la percepción visual. Las reivindicaciones dependientes 2 – 5 se refieren a las características de las etapas del método y las reivindicaciones 6 – 10 al aparato para llevar a cabo la realización del método reivindicado.

Los documentos D01 – D12 describen numerosos aspectos relacionados con el estado de la técnica, pero se ha considerado que ninguno de ellos afectaría ni a la novedad ni a la actividad inventiva de las reivindicaciones de la solicitud en estudio según lo especificado en los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes.