

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 467**

51 Int. Cl.:  
**A61B 3/04** (2006.01)  
**G02C 13/00** (2006.01)  
**G02B 23/00** (2006.01)  
**G02B 27/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09719110 .0**  
96 Fecha de presentación: **24.02.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2257213**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.12.2010**

54 Título: **Dispositivo y método para demostrar efectos ópticos**

30 Prioridad:  
**11.03.2008 US 46054**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.05.2012**

73 Titular/es:  
**Bausch & Lomb Incorporated**  
**One Bausch & Lomb Place**  
**Rochester, NY 14604-2701, US**

72 Inventor/es:  
**UNSBO, Jan, Peter**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

ES 2 381 467 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método para demostrar efectos ópticos

5 **Antecedentes de la invención**

La invención se refiere a un sistema óptico y un dispositivo para demostrar el efecto de la aberración esférica.

10 Se conocen varios dispositivos binoculares, incluyendo dos telescopios conectados con una caja protectora. Como un ejemplo, un par de binoculares convencionales está marcado con terminología tal como "10x42". En este ejemplo, esta terminología denota que el diámetro del objetivo es  $D_o = 42$  mm y que la ampliación angular es  $M = 10x$ . También denota que la pupila de salida (diámetro de rayos que entran en el ojo de la persona que ve) es  $D_e = D_o / M = 4,2$  mm.

15 En este ejemplo de un dispositivo binocular típico, la óptica binocular incluye una lente objetivo con una longitud focal  $f'_o$  y una lente ocular con una longitud focal  $f'_e$ . La lente objetivo proporciona una imagen intermedia real del objeto distante en el plano focal trasero del objetivo. La lente ocular funciona como una simple lupa que la persona que ve usa para ver la imagen intermedia. Entre la lente objetiva y la lente ocular hay típicamente una disposición de prisma para invertir la imagen intermedia de manera que la imagen final no aparecerá al revés para la persona.

20 Para ajustar el enfoque para objetos más cercanos o para acomodar los errores refractivos de los ojos de la persona, la distancia entre la lente objetivo y la lente ocular puede ajustarse mediante una rueda que afecta a los telescopios de ambos ojos simultáneamente. También puede haber un ajuste individual del enfoque en la lente ocular del telescopio derecho, que puede usarse para compensar la anisometropía de la persona pero también para ajustar el desenfoque en el telescopio alterado.

25 La lente objetivo normalmente es un doblete acromático, o posiblemente un doblete acromático unido a una lente de menisco. La lente de doblete acromático está casi libre de aberración cromática, aberración esférica y coma cuando se orienta correctamente.

30 En el mercado hay disponibles varias lentes de contacto que ajustan la aberración esférica con el fin de mejorar la agudeza visual de la persona que lleva las lentes de contacto. Ejemplos adicionales de tales lentes se describen en el documento US 5.815.239 (Chapman y col.). En los ejemplos ilustrados en esta patente, la zona óptica de las lentes de contacto tienen un valor negativo de aberración, ajustando los factores de una forma apropiada a la superficie anterior y posterior de las zonas ópticas de la lente de contacto.

35

**Sumario de la invención**

40 La invención reconocida sería deseable para demostrar la diferencia entre: lentes oftalmológicas correctoras de visión, tales como lentes de contacto, que ajustan la aberración esférica; y tales lentes oftalmológicas que carecen de ajuste de aberración esférica.

45 Por consiguiente, el sistema y el dispositivo óptico de esta invención proporcionan a la persona la oportunidad de ambas cosas: ver un objeto con una cantidad relativamente grande de aberración esférica (con el fin de ilustrar las lentes oftalmológicas correctoras de visión que carecen del ajuste de aberración esférica); y ver el objeto relativamente sin aberración esférica (con el fin de ilustrar las lentes oftalmológicas correctoras de visión que tienen el ajuste de aberración esférica). Debido a que la persona puede ver el objeto con aberración esférica y sin aberración esférica, la persona puede comparar fácilmente los efectos de la aberración esférica con los de la visión normal. El dispositivo es relativamente simple de usar y fabricar.

50

Esta invención incluye un sistema óptico como el definido en la reivindicación 1.

55 Preferentemente, el primer y el segundo telescopio incluyen pupilas de salida con el mismo diámetro y/o el primer y segundo telescopio tienen el mismo campo de visión.

Esta invención incluye un método para demostrar el efecto óptico de aberración esférica a una persona como se define en la reivindicación 1.

**Breve descripción de las figuras dibujadas**

60 La Figura 1 ilustra esquemáticamente una realización de un sistema óptico de esta invención.  
La Figura 2 es una vista en perspectiva de una realización de un dispositivo de esta invención.  
La Figura 3 ilustra una realización de un primer sistema de lente de esta invención.  
65 La Figura 4 ilustra la visión de un objeto de fuente puntual a través del primer sistema de lente de la Figura 3, en incrementos de 0,25 dioptrías.  
La Figura 5 ilustra una realización de un segundo sistema de lente de esta invención.

La Figura 6 ilustra la visión de un objeto de fuente puntual a través del segundo sistema de lente de la Figura 5, en incrementos de 0,25 dioptrías.

La Figura 7 ilustra una lente de doblete acromático.

La Figura 8a ilustra la óptica de un ojo humano.

5 La Figura 8b ilustra una lente de doblete acromático.

### Descripción detallada de varias realizaciones preferentes

10 La Figura 1 ilustra esquemáticamente una realización de esta invención. Cuando una persona ve un objeto a través del sistema de lente de contacto 10, el objeto aparecerá relativamente sin aberración esférica (con el fin de ilustrar las lentes oftalmológicas correctoras de visión que tienen el ajuste de aberración esférica). Cuando una persona ve un objeto a través de un sistema de lente 20, el objeto aparecerá con una cantidad relativamente más grande de aberración esférica (con el fin de ilustrar las lentes oftalmológicas correctoras de visión que carecen del ajuste de aberración esférica). En la realización ilustrada, los sistemas de lente 10 y 20 se apoyan en una caja protectora común 30. La caja protectora 30 puede tener la forma de una caja protectora convencional de binoculares, como se ilustra en la Figura 2; en este ejemplo ilustrativo, el sistema de lente 10 podría verse con el ojo derecho (con el ojo izquierdo cerrado), y el sistema de lente 20 podría verse con el ojo izquierdo (con el ojo derecho cerrado). Por supuesto, las posiciones de los sistemas de lente podrían invertirse, si se desea.

20 En la realización ilustrada, el sistema de lente 10 puede tener la forma de un telescopio empleado en binoculares típicos. Como se ilustra en la Figura 3, el sistema de lente 10 incluye una lente objetivo 11 y una lente ocular 12. La lente objetivo 11 es preferentemente una lente de doblete acromático, como en binoculares típicas, ya que impartirá poca aberración cromática al objeto visto. En la realización ilustrada, el sistema de lente 10 proporciona un aumento 10x. De este modo, una persona que está mirando solamente a través del sistema de lente 10 verá un objeto aumentado 10x, pero con poca aberración esférica y cromática, como se ilustra en la Figura 4. En la realización ilustrada, la lente ocular 12 es una lente ocular típica de binoculares. Varias lentes oculares de binoculares son conocidas en la técnica y pueden usarse en esta invención.

30 Como se ilustra en la Figura 5, el sistema de lente 20 incluye una lente objetivo 21 y una lente ocular 22. La lente ocular 22 es similar a la lente ocular 12. La lente objetivo 21 es preferentemente una lente de doblete acromático, similar a la lente objetivo 11, de manera que un objeto se ve con poca aberración cromática. Sin embargo, la lente objetivo 21 es una lente acromática inversa, en comparación con la lente objetivo 11. De este modo, la lente objetivo 21 todavía impartirá aberración esférica a un objeto visto a través del sistema de lente 20. Con esta lente objetivo invertida, en la realización ilustrada, la persona verá el objeto aumentado 10x, pero con un alto grado de aberración esférica superpuesta. Si la persona ve un objeto sobre un eje (de frente) con solamente el telescopio del ojo derecho que incluye el sistema de lente 20, experimentará una aberración esférica casi pura, como se ilustra esquemáticamente en la Figura 6.

40 Se señala que la cantidad de coma presente en los sistemas de lente 10, 20 puede minimizarse en base al ángulo de campo, como se analiza con detalle más abajo.

45 De acuerdo con realizaciones preferentes, el sistema de lente 20 incluye una cantidad realista de aberración esférica que se aumenta, junto con el objeto, cuando el objeto lo ve el visor del dispositivo. Además, el sistema de lente 20 no debería incluir una significativa aberración cromática o coma, de manera que el efecto óptico ilustrativo sea casi puro debido a la aberración esférica. La lente objetivo típicamente usada en binoculares convencionales, como la modificada por esta invención, sirve adecuadamente el fin de ilustra la aberración esférica porque generalmente se usa en un número  $f$  bajo y en un ángulo de objeto bastante pequeño. Al elegir un telescopio con una pupila de salida suficientemente pequeña, se asegura que la pupila de la persona no afecte al patrón de aberración. La cantidad de aberración esférica en el dispositivo se elige idealmente para aproximarse a la cantidad de aberración esférica en un ojo normal multiplicado por el aumento de los binoculares para dar un efecto realista, pero claramente visible, a la persona.

55 Cuando la orientación de la lente objetivo acromática en el sistema de lente 20 está invertida, como en la Figura 5, la posición de la lente objetivo con respecto a la lente ocular necesita ser diferente que la del sistema de lente 10. La idea es tener una imagen paraxialmente enfocada en el telescopio del sistema de lente 20 mientras se tiene una imagen nítida en el telescopio del sistema de lente 10. La potencia paraxial de una lente de doblete acromático es la misma cuando la orientación está invertida, pero como se ilustra en la Figura 7, los planos principales 51, 52 de una lente acromática 50 no son simétricos. De este modo, si el sistema de lente 10 y el sistema de lente 20 incluirían lentes objetivos a la misma distancia desde la lente ocular, el plano principal trasero de la lente objetivo 21 estaría mucho más cerca de la lente ocular 22. Con el fin de conseguir un enfoque deseado, la distancia física entre la lente objetivo 21 y la lente ocular 22 será generalmente mayor que la distancia entre la lente objetivo 11 y la lente ocular 12. Para los dobletes acromáticos usados en binoculares comerciales típicos, este incremento en el espacio entre la lente objetivo y ocular es aproximadamente de 4 a 5 mm.

65 La Figura 8a ilustra la óptica de un ojo humano medio 61, y la Figura 8b ilustra la lente objetivo 21. La aberración de frente de onda en un ojo con aberración esférica pura, ajustada para tener un enfoque paraxial sobre la retina,

puede escribirse como

$$WA = c_4^0 6\sqrt{5}(\rho / \rho_0)^4,$$

5 donde  $c_4^0$  es el coeficiente de Zernike para la aberración esférica,  $\rho_0$  es el radio de la pupila y  $\rho$  la distancia desde el centro de la pupila. Para encontrar la extensión angular,  $\Theta$  (véase Figura 8a), en el espacio de objeto del patrón de aberración transversal sobre la retina, se usa

$$\theta / 2 = \frac{dWA}{d\rho}(\rho_0) = 24\sqrt{5} \frac{c_4^0}{\rho_0}.$$

10 El coeficiente de Zernike para la aberración esférica ( $Z_4^0$ ) para un tamaño de pupila de 6 mm es  $0,15 \mu\text{m}$  en el ojo humano medio. Para el ojo humano medio se encuentra que  $\Theta = 0,0054$  radianes.

15 El sistema de lente 20 debería, de una manera realista, mostrar a la persona cómo la aberración esférica en el ojo humano medio afecta a la calidad de imagen. Esto significa que la extensión angular en el espacio del objeto, de la aberración esférica en la lente 21 (Figura 8b) debería corresponder a la del ojo medio (Figura 8a). El efecto de la aberración esférica en el sistema de lente 20 sobre la escena del objeto será entonces la misma que en el ojo humano medio, pero la persona verá la escena aumentada a través del telescopio.

20 Por consiguiente, es preferente que el número  $f$  y/o el diseño del doblete acromático en los binoculares se elija de manera que  $\Theta$  se aproxime a  $0,0054$  radianes, para la lente acromática invertida 21. Esto puede verificarse fácilmente formando imágenes de dos manchas de láser adyacentes sobre una pared a través del sistema de lente 20. Con el enfoque ajustado para los rayos paraxiales, los halos circulares (patrón de aberración transversal) deberían estar justo en contacto cuando la distancia angular entre las manchas sea  $0,0054$  radianes.

25 Se ha descubierto que el número  $f$  (longitud focal/diámetro) para la lente de doblete acromático en binoculares comerciales típicas es alrededor de  $f/3$ . Si tal lente justo se invierte, en el sistema de lente constructora 20, la aberración esférica será generalmente demasiado grande. A su vez, la lente tendrá que reducir la apertura del diafragma hasta aproximadamente  $f/4$  a  $f/4,5$  para tener  $\Theta = 0,0054$  radianes. El número  $f$  correcto para cualquier lente objetivo específica puede variar dependiendo de su diseño, y un experto en la técnica lo puede determinar.

30 El aumento angular de un par de binoculares se da por  $M = f_o / f_e$ . El efecto de aberración esférica sobre el objeto visto a través del sistema de lente 21 será el del ojo medio, pero el objeto y la aberración esférica aumentarán  $M$  veces. Para demostrar claramente el efecto de aberración esférica el aumento debería ser bastante grande. Se determinó que un aumento angular de 10 funcionaría bien, pero otros niveles de aumento angular pueden ser adecuados. Sin embargo, un nivel de aumento demasiado alto dificultará que la imagen se mantenga estable mientras una persona sujeta los binoculares. En cambio, un objeto visto a través del sistema de lente 11 aumentará  $M$  veces, pero sin el aumento de aberración esférica.

35 El diámetro de los rayos que entran en el ojo de la persona (diámetro de salida de pupila) debería ser más pequeño que el de la pupila de la persona. Esto es importante, porque de lo contrario el tamaño y forma de la pupila de la persona afectará al patrón de aberración visto a través del sistema de lente 20. Cuando una parte de la pupila de salida cae fuera de la pupila del ojo, los rayos se pierden y, por ejemplo, los halos vistos alrededor de los orígenes puntuales a través del sistema de lente 20 no serán simétricos. Este efecto es muy confuso, y debido a que este efecto tiene poca relación con la aberración esférica, debería minimizarse. Con el fin de evitar el corte de rayo confuso, la pupila de salida debería ser bastante pequeña, por ejemplo, no superior a 3 mm, y preferentemente inferior a 2 mm. Se señala que la iluminación retinal es proporcional al área de la pupila, ya que una pupila de salida demasiado pequeña creará un aspecto oscuro de la escena. Al seleccionar un tamaño de pupila de salida, pueden ser necesarios algunos compromisos en el diseño de los sistemas de lentes, equilibrando el uso potencial del dispositivo tanto en ambientes con mucha luz, cuando la pupila de la persona será pequeña, como en ambientes oscuros, cuando la pupila de la persona será grande. Es preferente que la pupila de salida sea la misma en ambos sistemas de lente 10 y 20.

40 Se deseó customizar el dispositivo en base a las condiciones potenciales de visión, después pudieron considerarse dos versiones del dispositivo: los binoculares que comprenden sistemas de lente 10 y 20 y con una pupila de salida pequeña (por ejemplo, 2 mm o más pequeña) que trabajan bien en un ambiente con mucha luz; y binoculares que comprenden sistemas de lente 10 y 20 y con una pupila de salida más grande (por ejemplo 3 mm) que funcionan mejor en ambientes más oscuros.

45 El campo de visión en un par de binoculares comerciales con aumento 10x puede ser tan grande como  $6,5^\circ$ . En un ángulo de campo de  $3,25^\circ$  a través del doblete acromático invertido del sistema de lente 21, habrá entonces una cantidad de coma. Es importante que no haya demasiada coma con apreciablemente peor calidad de imagen en el

5 campo periférico de visión. La cantidad de coma en cualquier doblete acromático invertido específico a menudo depende de cómo la lente real esté fabricada/diseñada. Una lente invertida de doblete acromático probada demostró una cantidad relativamente alta de coma en un ángulo de campo de  $3,25^\circ$ , mientras que en otra lente invertida de doblete acromático probada, la cantidad de coma no fue apreciable. El campo de visión (y de este modo la cantidad de coma visible) puede reducirse introduciendo una parada extra de campo en el plano de la imagen intermedia, si es necesario. Sin embargo, el campo de visión debería mantenerse lo más grande posible por razones de comodidad, y solamente deberían reducirse si fuera necesario. Sin embargo, es preferente que el campo de visión sea el mismo en ambos sistemas de lente 10 y 20.

10 Como se ha mencionado, en una realización preferente, el dispositivo puede alojarse en una caja protectora convencional de binoculares 30. Los binoculares preferentemente incluyen un ajustador de enfoque principal convencional 31, que permite a la persona enfocar los sistemas de lente. En funcionamiento, la persona primero ajustaría la rueda del enfoque principal 31 de los binoculares mientras ve a través del sistema de lente 10 solamente (que, en el ejemplo ilustrativo, corresponde con el ojo izquierdo, visión nítida). Después, la persona ve la escena alternando entre el ojo izquierdo y derecho, con el fin de comparar el objeto visto con y sin aberración esférica. Si el dispositivo se usa para ver un objeto a una distancia, tal como una tabla de agudeza visual, la persona experimentará el contraste reducido típico de aberración esférica. En una escena oscura, con fuentes de luz brillante, la persona puede experimentar halos típicos de la conducción nocturna. La corrección del enfoque individual 32 en el sistema de lente 20 debería estar en la posición de arranque si la persona no tiene una gran anisometropía.

El dispositivo puede incluir un anillo de calibración ajustado en la lente objetivo 21 del sistema de lente 20, con el fin de reducir el tamaño de abertura.

25 El enfoque individual en la lente ocular 22 puede calibrarse de la siguiente manera. Colocar una placa con un pequeño agujero (aproximadamente  $1/3$  del diámetro de la lente) enfrente de la lente objetivo 21. Ver un objeto a través del sistema de lente 10. Ajustar la rueda del enfoque principal para conseguir una imagen nítida. Después ver el mismo objeto con el sistema de lente 20. Ajustar el desenfoco individual sobre la lente ocular 22 para conseguir la imagen óptima. En esencia, este procedimiento debería colocar la imagen paraxial en el sistema de lente 20 en enfoque cuando la imagen en el sistema de lente 10 es nítida.

35 Se apreciará que la realización preferente ilustrativa emplea una caja protectora convencional de binoculares con dos telescopios. Un telescopio puede tener la forma de un telescopio convencional de binoculares. El segundo telescopio incorpora la lente objetivo acromática invertida, en lugar de una lente objetivo binocular convencional, y la distancia entre la lente objetivo y la lente ocular se modifica, como se describe en el presente documento. Los ajustes para el tamaño de la pupila de salida pueden desearse en algunos casos, como se describe en el presente documento.

40 Se construyó un dispositivo modificando uno de los telescopios de unos binoculares convencionales 10x42 ( $6,5^\circ$ ):

45 Diámetro del objetivo  $D_o = 42$  mm  
 Aumento angular  $M = 10x$   
 Campo de visión en aumento  $10x - 6,5^\circ$   
 Lente objetivo – doblete acromático + lente de menisco  
 Lente objetivo en telescopio modificado – doblete acromático invertido + lente menisco  
 Longitud focal de doblete acromático: 120 mm  
 Número f de doblete acromático (original):  $f/2,9$   
 Número f de doblete acromático en telescopio modificado:  $f/4$   
 Pupila de salida: 3 mm  
 50 Cambio calculado en distancia entre lente objetivo y ocular para telescopio modificado – aproximadamente 5 mm  
 Cambio implementado real en distancia entre lente objetivo y ocular para telescopio modificado – 3,5 mm (el resto del cambio puede acomodarse ajustando el ajuste del enfoque individual 32 en la lente ocular del telescopio modificado).

55 Este prototipo funcionó bien para demostrar las diferencias en los efectos ópticos atribuidos a la aberración esférica. Sin embargo, debido a la pupila de salida relativamente grande, aparecieron halos no simétricos si la pupila de la persona estaba mal alineada con el instrumento. También hubo una perceptible cantidad de coma.

60 Se construyó un segundo dispositivo modificando uno de los telescopios de unos binoculares convencionales 10x25 ( $6,5^\circ$ ):

65 Diámetro del objetivo  $D_o = 25$  mm  
 Aumento angular  $M = 10x$   
 Campo de visión en aumento  $10x - 6,5^\circ$   
 Lente objetivo – doblete acromático

## ES 2 381 467 T3

Lente objetivo en telescopio modificado – doblete acromático invertido

Longitud focal de doblete acromático: 78 mm

Número f de doblete acromático (original):  $f/3,1$

Número f de doblete acromático en telescopio modificado:  $f/4,5$

5 Pupila de salida: 1,7 mm

Cambio calculado en distancia entre lente objetivo y ocular para telescopio modificado – aproximadamente 4,5 mm

10 Cambio implementado real en distancia entre lente objetivo y ocular para telescopio modificado – 4 mm (el resto del cambio puede acomodarse ajustando el ajuste del enfoque individual 32 en la lente ocular del telescopio modificado).

Este prototipo funcionó bien para demostrar las diferencias en los efectos ópticos atribuidos a la aberración esférica.

La aparición de halos no simétricos fue mucho menos perceptible en este segundo dispositivo debido a la pupila de salida más pequeña. Este dispositivo no estuvo seriamente afectado por coma, incluso con el campo completo de

15 visión. Sin embargo, una escena oscura aparecerá relativamente más oscura debido a la pupila de salida pequeña.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema óptico para demostrar el efecto de aberración esférica que comprende:

5 un primer sistema de lente que proporciona la visión de un objeto relativamente sin aberración esférica ni aberración cromática y que comprende una lente de doblete acromático; y  
 un segundo sistema de lente que proporciona la visión de un objeto con una significativa aberración esférica y relativamente sin aberración cromática, comprendiendo el segundo sistema de lente una lente invertida de  
 10 doblete acromático, en comparación con la lente de doblete acromático del primer sistema de lente, que imparte aberración esférica, en el que el efecto de aberración esférica está aumentado, junto con el objeto, cuando el objeto se ve con el segundo sistema de lente,  
 en el que el primer sistema de lente incluye un primer telescopio que comprende una lente ocular, y el segundo sistema de lente incluye un segundo telescopio que comprende una lente ocular,  
 un espacio entre la lente ocular y la lente de doblete acromático del primer telescopio es más pequeño que un  
 15 espacio entre la lente ocular y la lente invertida de doblete acromático del segundo telescopio,  
 el primer y segundo telescopio están conectados con una caja protectora,  
 el primer y el segundo telescopio son mutuamente ajustables por parte de una persona para conseguir enfocar el objeto a una distancia deseada, y  
 la lente ocular del segundo telescopio es ajustable, independientemente de la lente ocular del primer  
 20 telescopio.

2. El sistema óptico de la reivindicación 1, en el que el sistema óptico incluye un anillo de calibración ajustado en la lente invertida de doblete acromático del segundo sistema de lente con el fin de reducir el tamaño de abertura.

25 3. El sistema óptico de la reivindicación 1, en el que el primer y segundo telescopio incluyen pupilas de salida con el mismo diámetro.

4. El sistema óptico de la reivindicación 1, en el que el primer y segundo telescopio tienen el mismo campo de visión.

30 5. El sistema óptico de la reivindicación 1, en el que el primer sistema de lente incluye un primer telescopio que comprende una primera lente objetivo y una primera lente ocular, y el segundo sistema de lente incluye un segundo telescopio que comprende una segunda lente objetivo y una segunda lente ocular, y el primer telescopio y el segundo telescopio proporcionan individualmente una visión del objeto relativamente sin aberración cromática.

35 6. El sistema óptico de la reivindicación 5, en el que la primera lente objetiva comprende una lente de doblete acromático, y la segunda lente objetivo comprende una lente invertida de doblete acromático, y un espacio entre la lente ocular y la lente de doblete acromático del primer telescopio es más pequeño que un espacio entre la lente ocular y la lente invertida de doblete acromático del segundo telescopio.

40 7. El sistema óptico de la reivindicación 5, en el que el primer y segundo telescopio incluyen pupilas de salida con el mismo diámetro, y tienen el mismo campo de visión.

8. El sistema óptico de la reivindicación 5, en el que el primer y segundo telescopio están conectado con una caja protectora.

45 9. El sistema óptico de la reivindicación 8, que tiene la configuración de binoculares.

10. El sistema óptico de la reivindicación 1, en el que una extensión angular en el espacio del objeto de la aberración esférica en el segundo sistema de lente corresponde al ojo humano medio.

50 11. Un método para demostrar el efecto óptico de aberración esférica a una persona, que comprende:

proporcionar un primer sistema de lente que proporciona la visión de un objeto relativamente sin aberración  
 esférica ni aberración cromática, comprendiendo el primer sistema de lente una lente de doblete acromático, y  
 55 un segundo sistema de lente que proporciona la visión de un objeto con una significativa aberración esférica y relativamente sin aberración cromática, comprendiendo el segundo sistema de lente una lente invertida de doblete acromático, en comparación con la lente de doblete acromático del primer sistema de lente, que imparte aberración esférica, y en el que el efecto de aberración esférica está aumentado, junto con el objeto, cuando el objeto se ve con el segundo sistema de lente,  
 60 en el que el primer sistema de lente incluye un primer telescopio que comprende una lente ocular, y el segundo sistema de lente incluye un segundo telescopio que comprende una lente ocular,  
 un espacio entre la lente ocular y la lente de doblete acromático del primer telescopio es más pequeño que un espacio entre la lente ocular y la lente invertida de doblete acromático del segundo telescopio,  
 el primer y segundo telescopio están conectado con una caja protectora,  
 65 el primer y segundo telescopio son mutuamente ajustables por parte de una persona para conseguir enfocar el objeto a una distancia deseada, y

la lente ocular del segundo telescopio es ajustable, independientemente de la lente ocular del primer telescopio, y la visión alternante de un objeto por parte de la persona con solamente el primer sistema de lente y solamente el segundo sistema de lente.

5 12. El método de la reivindicación 11, en el que el primer sistema de lente incluye un primer telescopio que comprende una primera lente objetivo y una primera lente ocular, y el segundo sistema de lente incluye un segundo telescopio que comprende una segunda lente objetivo y una segunda lente ocular.

10 13. El método de la reivindicación 12, en el que la primera lente objetivo comprende una lente de doblete acromático, y la segunda lente objetivo comprende una lente invertida de doblete acromático, y un espacio entre la lente ocular y la lente de doblete acromático del primer telescopio es más pequeño que un espacio entre la lente ocular y la lente invertida de doblete acromático del segundo telescopio.

15 14. El método de la reivindicación 12, en el que el primer y segundo telescopio incluyen pupilas de salida con el mismo diámetro, y tienen el mismo campo de visión.

20 15. El método de la reivindicación 14, en el que el primer y segundo telescopio están conectados con una caja protectora, y el dispositivo tiene la configuración de binoculares.



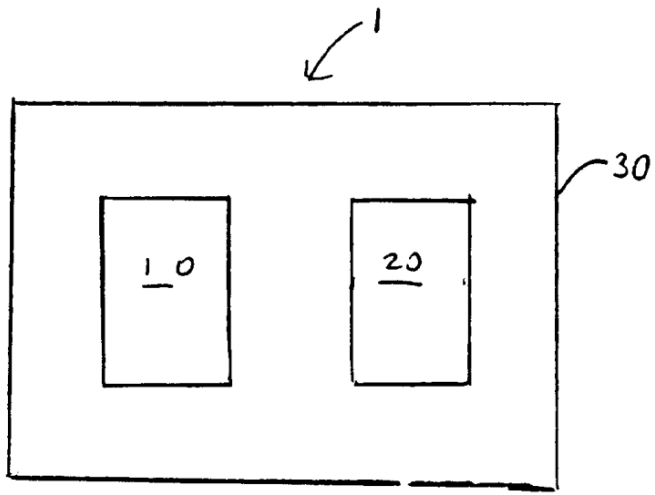


Fig 1 :

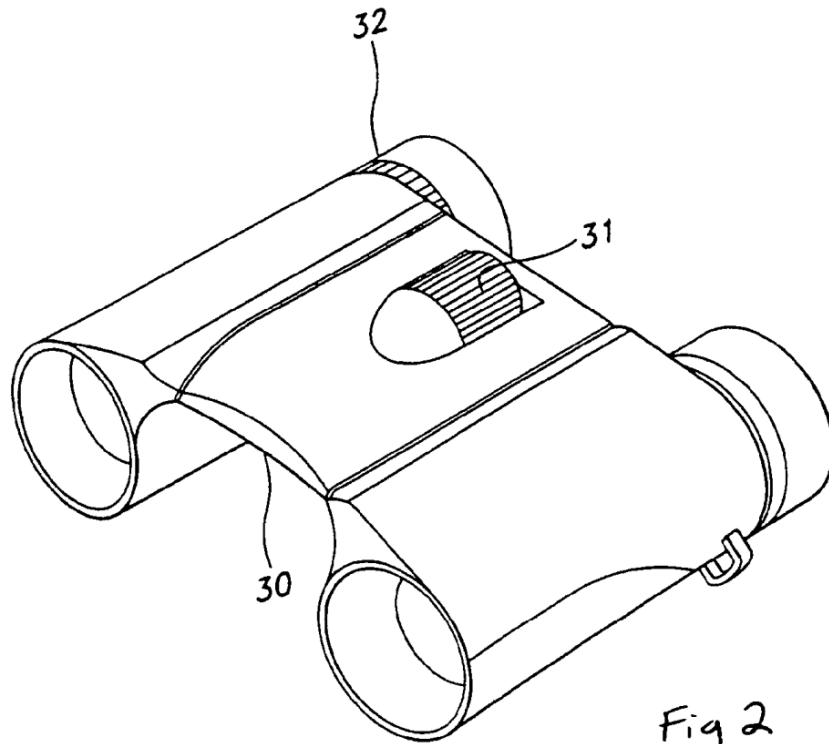


Fig 2

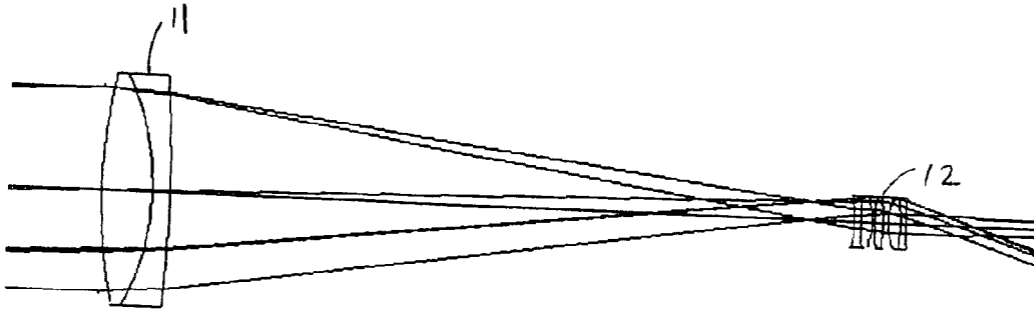


Fig 3

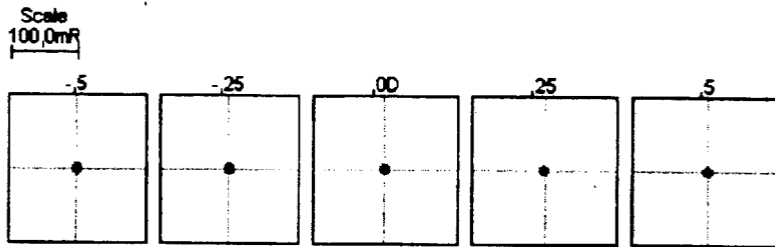


Fig 4

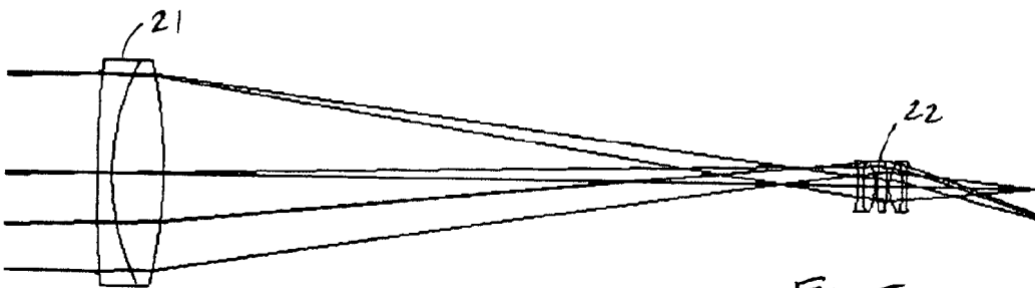


Fig 5

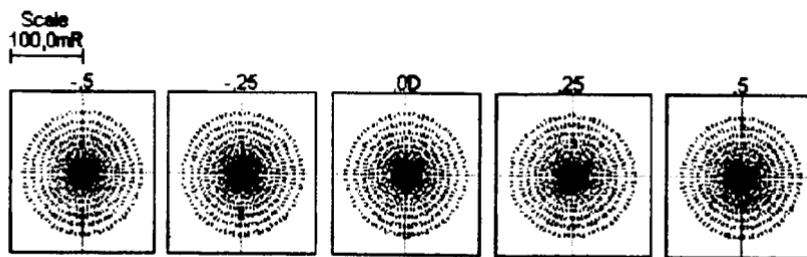


Fig 6

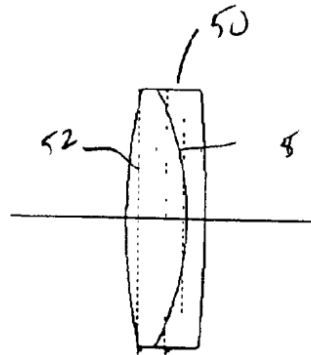


Fig 7

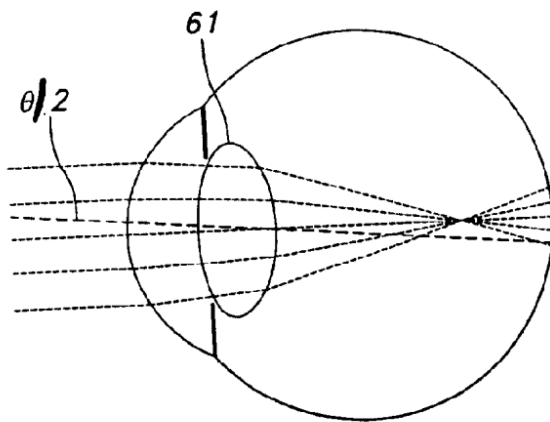


Fig 8a

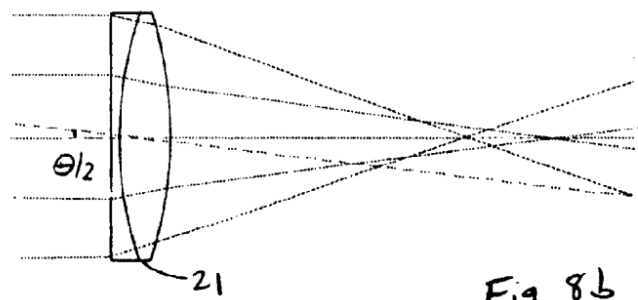


Fig 8b