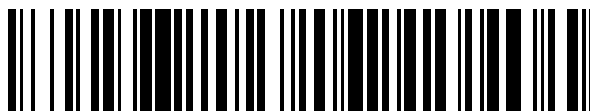


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 183**

51 Int. Cl.:

G02B 25/04 (2006.01)

E06B 7/30 (2006.01)

G02B 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2007 PCT/GB2007/003617**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2008 WO08035107**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2007 E 07823925 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2064579**

54 Título: **Dispositivo de formación de imágenes y procedimiento de obtención de imágenes**

30 Prioridad:

22.09.2006 GB 0618671

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

09.07.2018

73 Titular/es:

**THE SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE
(100.0%)
DSTL PORTON DOWN
SALISBURY WILTSHIRE SP4 0JQ, GB**

72 Inventor/es:

RANA, HARBINDER

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 675 183 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 de formación de imágenes y procedimiento de obtención de imágenes

La presente invención se refiere a lentes ópticas y en particular a lentes para sistemas de cámara. La invención es útil sobre todo en el sector de las cámaras de vigilancia secreta, en el que se utilizan lentes de cámara de "micro-orificio".

Las lentes de micro-orificio son útiles debido a su pequeño tamaño; una típica lente puede tener un diámetro de solamente unos pocos milímetros, que permite que la lente quede oculta a la vista de manera efectiva. Habitualmente, las cámaras de micro-orificio se ocultan detrás de una pared u otra barrera, y se realiza en la barrera un orificio pequeño, denominado micro-orificio, para permitir ver y monitorizar en secreto una escena. En esta memoria descriptiva, un micro-orificio se define como un orificio con un diámetro de 2 mm o menor. Un inconveniente de estas lentes conocidas es que se requiere un tope físico para limitar el pincel de rayos que se permite atravesarlas para llegar a un medio de captura de la imagen, tal como una película o un sensor, o el ojo humano. Para una lente de micro-orificio como la descrita anteriormente, el tope físico tiene a menudo que sobresalir en el orificio de la pared para proporcionar una calidad de la imagen aceptable y reducir el viñeteado, aumentando significativamente el riesgo de detección (ver la figura 1). La distancia entre la lente y el tope físico tiene asimismo que controlarse con precisión para obtener imágenes útiles.

La presente invención supera estas dificultades de la técnica anterior dando a conocer un dispositivo de lente que no requiere un tope físico convencional para limitar el pincel de rayos que pasa a través de las lentes. Esto se consigue fabricando un dispositivo de lente que está adaptado especialmente para mirar a través de micro-orificios, de tal modo que el propio micro-orificio sirve para limitar el pincel de rayos que puede pasar a través de las lentes, eliminando de ese modo la necesidad de un tope físico convencional. Con ello, la invención supera un fuerte prejuicio técnico en el sector según el cual es necesario utilizar un tope físico convencional para obtener resultados satisfactorios.

La técnica anterior conocida incluye la patente U.S.A. número 6 607 283, que da a conocer un dispositivo para mirar a través de un orificio en una puerta, si bien este dispositivo comprende componentes ópticos en ambos extremos del orificio, lo que significa que es claramente visible para el sujeto que está siendo observado, y por lo tanto inadecuado para su utilización en vigilancia. La técnica comprende asimismo la patente EP 1 357 414, que da a conocer un dispositivo de formación de imágenes, si bien el dispositivo de formación de imágenes dado a conocer por este documento no está en absoluto adaptado para ser utilizado mirando a través de un orificio.

Además, en los dispositivos de lente conocidos, la posición del tope físico es crítica para la calidad de la imagen conseguida. Cualquier desplazamiento del tope físico conduce a graves aberraciones ópticas y a la degradación de la imagen. Por esta razón, los sistemas conocidos, tal como el dado a conocer en EP 1 357 414, utilizan un tope físico que es integral con el dispositivo de lente, de tal modo que su posición óptica permanece fija. La presente invención da a conocer un dispositivo de lente que es relativamente insensible a la posición del tope físico, que permite que el propio micro-orificio lleve a cabo la función del tope físico sin ninguna pérdida reconocible de calidad de la imagen. Por lo tanto, la invención representa una considerable desviación de las prácticas conocidas, e involucra una reducción en la complejidad y en los costes asociados con el sistema de lentes.

La ausencia de un tope físico convencional significa que la cámara y el dispositivo de lente se pueden ocultar de manera efectiva sin sobresalir por el orificio en la barrera. De hecho, todo el conjunto de cámara puede estar retrasado respecto del orificio de la barrera, reduciendo significativamente el riesgo de que la instalación sea descubierta por medios convencionales, por ejemplo utilizando una linterna para buscar un reflejo de la lente.

Por lo tanto, la presente invención da a conocer un dispositivo de formación de imágenes que comprende un dispositivo de lente y un medio de captura de la imagen, caracterizado por que el dispositivo de lente comprende un aparato de lente de tipo ocular adaptado para capturar imágenes a través de micro-orificios sin la presencia de un tope físico integral de la lente, de tal modo que durante la utilización el dispositivo de lente define una abertura virtual en el espacio del objeto más allá de un primer extremo del dispositivo de lente, siendo dicho primer extremo el extremo del dispositivo de lente más próximo al sujeto que está siendo observado, y en el que la abertura virtual actúa como una pupila de entrada remota en el espacio del objeto más allá del primer extremo del dispositivo de lente y define un pincel de rayos que pasa a través del dispositivo de lente al medio de captura de la imagen.

En un ocular convencional, una pupila de salida está situada detrás de la lente ocular para definir la cantidad de luz que puede salir del sistema. Sin embargo, en la presente invención las lentes oculares están invertidas, de tal modo que la pupila de salida original está situada frente a la lente, actuando como una pupila de entrada y limitando la cantidad de luz que puede entrar al sistema.

Ventajosamente, el dispositivo de lente dado a conocer por la presente invención puede, por lo tanto, ser utilizado en una cámara de vigilancia.

Cuando se está observando un sujeto a través de un orificio utilizando una lente convencional, el problema principal es que si el orificio es significativamente menor que la lente, la imagen producida por la lente está

considerablemente viñeteada. Además, es necesario retrasar el dispositivo de lente respecto del orificio para permitir una vigilancia secreta, o debido a que no es posible apoyar la lente cerca del orificio, o a que, si el propio orificio es relativamente profundo, este viñeteado aumenta sustancialmente. La distancia que el dispositivo de lente se retrasa desde la pared se denomina en esta memoria descriptiva la "distancia de separación" y se define como la distancia entre el dispositivo de lente y el extremo del orificio que está más próximo al sujeto que está siendo observado.

La presente invención resuelve estos problemas de la técnica anterior utilizando un nuevo dispositivo de lente que es similar a un ocular telescópico convergente, excepto en que el dispositivo ocular está invertido, de tal modo que el orificio a través del cual se ve al sujeto está situado donde estaría normalmente el ojo.

Se conocen telescopios que pueden ser enfocados en un objeto situado delante del dispositivo de lente telescópico en el "espacio del objeto", para formar una imagen a visualizar detrás del dispositivo de lente en el "espacio de la imagen". Los aparatos de lente ocular utilizados en dichos telescopios no requieren un tope físico de la lente, dado que se utilizan siempre junto con una lente del objetivo para capturar toda la luz posible. La lente del objetivo incorpora un tope físico de la lente que limita el pincel de rayos que puede entrar al telescopio y, por lo tanto, regula la entrada de luz al ocular. El ocular es una lente de enfoque fija que proyecta una imagen real del sujeto, dentro de los límites fijados por el tope físico de la lente, para formar una pupila de salida en el espacio de la imagen a una determinada distancia detrás del telescopio. Esta distancia se conoce como distancia del ojo. El ojo se sitúa entonces en la pupila de salida para ver al sujeto. Solamente los rayos de luz que pasan a través de esta pupila de salida pueden salir del sistema.

Al invertir este aparato de lente ocular, la pupila de salida se transforma en una suerte de abertura "virtual" que se proyecta hacia delante del aparato de lente ocular al espacio del objeto mediante la "distancia del ojo". Por lo tanto, esta abertura virtual define la cantidad de luz que puede entrar al aparato de lente ocular. La presente invención utiliza un dispositivo de lente de este tipo para mirar a través de un micro-orificio en una barrera, asegurando que la "distancia del ojo" es aproximadamente igual a la distancia entre el dispositivo de lente y el extremo del micro-orificio que está más próximo al sujeto que está siendo observado (la distancia de separación). De este modo, es la abertura virtual proyectada hacia delante al espacio del objeto la que limita el pincel de rayos que entra al sistema, y no el propio micro-orificio, superando por lo tanto el viñeteado experimentado normalmente cuando se utilizan lentes para mirar a través de micro-orificios.

Existen cuatro tipos básicos de aparatos de lente ocular que se pueden utilizar para proporcionar la abertura virtual requerida por la invención. Estos son: el ocular de Ramsden, que comprende dos elementos de lente simples convergentes; el ocular de Kellner, que comprende una lente doblete cementada y una lente simple, con la corona del doblete enfrentada al simple; el ocular de Delabourne, que es una lente simétrica que comprende dos lentes doblete cementadas con los elementos de corona enfrentados entre sí; y el ocular de Erfle, que comprende una lente simple biconvexa fuerte intercalada entre dos dobletes cementados con elementos de cresta enfrentados. Sin embargo, se reconocerá que cualquier aparato de lente que permita la producción de una abertura virtual tal como se ha descrito anteriormente, puede ser utilizado para producir un dispositivo de lente según la invención.

En la práctica, los elementos ópticos reales seleccionados dependerán del campo de visión requerido. Por ejemplo, para campos de visión estrechos se puede utilizar ventajosamente una modificación del ocular de Ramsden con el fin de minimizar el tamaño del dispositivo de lente, si bien cuando se requieren campos de visión más anchos podría ser más adecuado un ocular de Kellner o de Erfle.

Se reconocerá además que los aparatos de lente ocular utilizados en la técnica anterior no han sido diseñados para funcionar independientemente y, por lo tanto, están diseñados con aberraciones para compensar las aberraciones introducidas por la lente del objetivo del telescopio. Dado que la presente invención no utiliza una lente de objetivo tradicional, dicha compensación no es necesaria, de tal modo que un aparato de lente ocular tendría que ser modificado antes de utilizarse en la invención.

A modo de ilustración, y sin limitar la generalidad de la invención, se describirán a continuación una serie de posibles enfoques para la fabricación de un dispositivo de lente acorde con invención. En las siguientes descripciones, el "primer extremo" del dispositivo de lente se define como el extremo más próximo al objeto que se está observando y el "segundo extremo" del dispositivo de lente es el extremo opuesto, más próximo al medio de captura de la imagen.

Tal como se ha mencionado anteriormente, la selección de los elementos ópticos para un dispositivo de lente según la invención depende del campo de visión deseado.

Se puede producir un campo de visión de aproximadamente 12 grados utilizando solamente dos elementos ópticos, una lente de forma convergente en el primer extremo del dispositivo de lente y una lente de forma divergente en el segundo extremo, en una configuración que se podría describir como un ocular de teleobjetivo invertido. En una configuración preferida de esta realización, la primera lente de forma convergente será biconvexa y la segunda lente de forma divergente será bicóncava.

Dicho dispositivo de lente se puede diseñar provechosamente para funcionar a una distancia de separación óptima de 2,5 mm, detrás de un micro-orificio de aproximadamente 1 mm de diámetro; y en una realización preferida, el

dispositivo de lente tendría una longitud menor de 5 mm, con una longitud focal efectiva de aproximadamente 30 mm y por lo tanto funcionaría aproximadamente a F/30.

En la figura 2 se muestra un dispositivo de lente acorde con esta realización.

5 Se puede obtener asimismo un campo de visión más ancho de hasta aproximadamente 25 grados, utilizando un dispositivo de lente que comprende solamente dos elementos ópticos. En esta realización, ventajosamente el dispositivo de lente puede comprender una lente de forma convergente, tal como una lente biconvexa, en el primer extremo del dispositivo de lente, seguida por una lente de menisco en el segundo extremo. La lente de menisco actúa como un aplanador del campo, que proporciona un plano de la imagen más plano en el medio de captura de la imagen y, por lo tanto, mejora la calidad de la imagen. La lente de menisco ayuda asimismo a corregir cualquier astigmatismo.

10 Dicho dispositivo de lente se puede diseñar provechosamente para funcionar a una distancia de separación óptima de aproximadamente 4 mm, detrás de un micro-orificio de aproximadamente 1 mm de diámetro; y en una realización preferida, el dispositivo de lente tendría una longitud menor de 4 mm, con una longitud focal efectiva de aproximadamente 14 mm y por lo tanto funcionaría aproximadamente a F/14.

15 En la figura 3 se muestra un dispositivo de lente acorde con esta realización.

Se puede considerar que los dos dispositivos de lente descritos anteriormente han evolucionado a partir de un ocular de Ramsden invertido; sin embargo, se apreciará que es necesaria alguna modificación para conseguir el comportamiento deseado, dado que el ocular de Ramsden comprende solamente dos lentes de forma convergente.

20 Se puede conseguir un campo de visión más ancho de hasta aproximadamente 40 grados, utilizando un dispositivo de lente algo más complejo, que se compone de tres elementos ópticos, dos elementos de lente individuales de forma convergente con un elemento de lente individual de forma divergente situado entre estos. Una realización preferida de esta configuración comprendería una sola lente biconvexa en el primer extremo del dispositivo de lente, seguida por una sola lente biconcava, y a continuación una sola lente de menisco de forma convergente en el segundo extremo del dispositivo de lente. Se puede considerar que esto es una evolución de un ocular de Kellner invertido, pero de nuevo se desvía de la forma clásica del de Kellner dado que el doblete usual se ha dividido en dos singletes. Esto permite la corrección de problemas de la curvatura del campo utilizando la superficie cóncava más pronunciada de la lente divergente central para equilibrar el campo, y la utilización de la combinación de este elemento y la última lente convergente sirve asimismo para corregir el astigmatismo.

25 Dicho dispositivo de lente se puede diseñar provechosamente para funcionar a una distancia de separación óptima de aproximadamente 2,5 mm, detrás de un micro-orificio de aproximadamente 1 mm de diámetro; y en una realización preferida, el dispositivo de lente tendría aproximadamente 5 mm de largo, con una longitud focal efectiva de aproximadamente 8,5 mm y por lo tanto funcionaría aproximadamente a F/8,5.

En la figura 4 se muestra un dispositivo de lente acorde con esta realización.

35 Para conseguir un campo de visión de hasta aproximadamente 50°, se puede utilizar un dispositivo de lente que comprende un doblete cementado, intercalado mediante dos elementos de singlete. Este dispositivo de lente se puede considerar asimismo como una evolución de un ocular de Kellner invertido, pero en este caso se desvía de la forma clásica con la adición de un aplanador del campo en la parte posterior, que adopta la forma de un elemento de lente de menisco individual. Esto es ventajoso dado que sirve para corregir la curvatura del campo y equilibrar el astigmatismo. Una realización preferida de este tipo de dispositivo de lente comprendería una lente de menisco de forma divergente, relativamente gruesa, en el primer extremo del dispositivo de lente, para un mayor control de la distancia de separación, seguida por un doblete acromático con el elemento de corona situado frente al primer extremo del dispositivo de lente para la corrección de la aberración cromática lateral residual, y una sola lente de menisco de forma convergente en el segundo extremo del dispositivo de lente para actuar como un aplanador del campo y proporcionar una imagen más plana en el plano de la imagen.

40 Dicho dispositivo de lente se puede diseñar provechosamente para funcionar a una distancia de separación óptima de aproximadamente 3 mm, detrás de un micro-orificio de aproximadamente 1 mm de diámetro; y en una realización preferida, el dispositivo de lente tendría una longitud de aproximadamente 9,5 mm, con una longitud focal efectiva de aproximadamente 6,5 mm y por lo tanto funcionaría aproximadamente a F/6,5.

En la figura 5 se muestra un dispositivo de lente acorde con esta realización.

50 Se puede conseguir asimismo un campo de visión de hasta aproximadamente 65 grados utilizando un dispositivo de lente que comprende una lente doblete cementada en el primer extremo del dispositivo de lente, seguida por un solo elemento de lente de forma convergente, tal como una lente biconvexa fuerte, y una lente triplete cementada en el segundo extremo del dispositivo de lente. Se podría decir que este dispositivo ha evolucionado de un ocular de tipo Erfle invertido, pero se desvía de la forma clásica con la adición de otro elemento al último doblete cementado para producir un triplete cementado. Esto permite la corrección de problemas de color lateral y la variación del astigmatismo con la longitud de onda. En una realización preferida de esta configuración, el doblete cementado en el

primer extremo del dispositivo de lente forma ventajosamente una lente de menisco de forma divergente, gruesa, que ayuda a mantener la tolerancia del dispositivo de lente a cambios en la distancia de separación.

5 Dicho dispositivo de lente se puede diseñar provechosamente para funcionar a una distancia de separación óptima de aproximadamente 2 mm, detrás de un micro-orificio de aproximadamente 1 mm de diámetro; y en una realización preferida, el dispositivo de lente tendría una longitud de aproximadamente 10 mm, con una longitud focal efectiva de aproximadamente 5 mm y por lo tanto funcionaría aproximadamente a F/5.

En la figura 6 se muestra un dispositivo de lente acorde con esta realización.

10 Se apreciará que se pueden conseguir muchas otras configuraciones de dispositivos de lente de acuerdo con la invención, y que son posibles muchos campos de visión diferentes. El único elemento de los oculares conocidos que es necesario mantener para que funcione la invención es la producción del tope virtual del dispositivo de lente.

De hecho, debido a la producción de un tope virtual en frente del dispositivo de lente, la presente invención puede incluso producir imágenes utilizables sin utilizar el micro-orificio como un tope físico de la lente. Esto significa que se pueden obtener imágenes sin ningún tope físico de la lente en absoluto.

15 Si se retirara el tope físico de un dispositivo de lente convencional, entraría luz a la lente desde todas las direcciones teniendo como resultado demasiada luz transmitida al medio de captura de la imagen, por ejemplo el sensor o una película. El medio de captura de la imagen no podría entonces asumir el rango dinámico de la luz, dando lugar a una mala resolución de la imagen. Sin embargo, la presente invención supera esto dado que el pincel de rayos se limita al pasar a través de la abertura virtual, permitiendo formar una imagen satisfactoria.

20 La calidad de la imagen producida por un dispositivo de lente según la presente invención cuando no está observando a través de un orificio es aceptable para muchos propósitos, tales como las cámaras de seguridad, y aunque la ausencia de un tope físico provoca cierta pérdida de calidad debido a la admisión de mayores niveles de luz, se apreciará que los avances en la tecnología, en particular en el sector de los sensores digitales, seguirán reduciendo la importancia de este problema.

25 Debido a la nueva disposición de las lentes que permite prescindir del tope físico integral convencional de la lente la presente invención proporciona una lente de formación de imágenes muy compacta, de alta calidad, que es idealmente adecuada para observar a través de orificios pequeños. Además, la ausencia de un tope físico de la lente reduce la complejidad del dispositivo de lente y el número de componentes que se requieren, reduciendo de ese modo los costes asociados con el sistema.

30 Sin embargo, incluso con la utilización de una abertura virtual para combatir el viñeteado según se ha descrito anteriormente, un dispositivo de lente convencional puede obtener imágenes de buena calidad cuando mira a través de un micro-orificio solamente si el propio micro-orificio es perfectamente circular con bordes lisos y por tanto solamente si la barrera a través de la cual está realizado el orificio es delgada. Si estos atributos no se controlan adecuadamente, las imágenes resultantes se verán gravemente degradadas.

35 Además, aunque la utilización de un micro-orificio en una barrera física ofrece un tope físico con el potencial de mejorar la calidad de la imagen, dado que la barrera no está conectada de ningún modo a la lente, su utilización con un dispositivo de lente convencional dependería estrechamente de la colocación precisa de la lente. Por lo tanto, en los sistemas conocidos, es necesario controlar cuidadosamente la distancia de separación del dispositivo de lente para minimizar las aberraciones ópticas provocadas por la lente o lentes. En estos sistemas, la calidad de la imagen se reduce dramáticamente incluso mediante cambios relativamente pequeños en la distancia de separación, por lo
40 que si las lentes se instalan incorrectamente aparecen niveles elevados de aberraciones, dando lugar a unas imágenes resultantes inutilizables.

Obviamente, ésta es una gran desventaja en aplicaciones de vigilancia, donde a menudo es necesario colocar rápidamente un dispositivo óptico detrás de un simple orificio perforado que puede tener una deficiente calidad del borde.

45 La presente invención supera estos problemas de la técnica anterior mediante la utilización de una abertura virtual y mediante sobredimensionar las lentes para reducir las aberraciones ópticas, aumentando de ese modo la tolerancia del sistema de lentes a las variaciones en la distancia de separación y a imperfecciones en el micro-orificio. Este sobredimensionamiento comprende utilizar lentes con diámetros mayores para que el dispositivo de lente proyecte una abertura virtual mayor que la abertura en la barrera.

50 La consecuencia de un aumento del diámetro de la lente es hacer que los rayos de luz pasen a través de una zona angular de la lente que está relativamente más próxima al eje óptico, reduciendo la curvatura de la lente a través de la cual pasan estos, reduciendo por lo tanto el número y el tamaño de las aberraciones ópticas resultantes. La invención sirve para reducir todas las aberraciones, pero es particularmente eficaz en la reducción de aberraciones esféricas y de coma. El sobredimensionamiento proporciona una mayor área operativa de la lente, lo que significa
55 que la lente se puede desplazar hacia atrás alejándose del micro-orificio sin provocar un aumento significativo en las aberraciones producidas. Esto reduce la sensibilidad de un sistema de cámara frente a una instalación incorrecta o

un desplazamiento de la lente con respecto al micro-orificio, aumentando por lo tanto las probabilidades de obtener imágenes útiles. Esto se debe a que el aumento en el diámetro de la lente conduce a un aumento en la distancia de separación óptima del dispositivo de lente, reduciendo de ese modo los errores porcentuales provocados por un determinado error en la instalación del dispositivo.

- 5 Cuando la lente está en su posición más próxima al micro-orificio, el área mayor de la lente no se utiliza y no tiene ningún efecto sobre la imagen obtenida. Sin embargo, la reducción en la curvatura tiene como resultado menos refracción de la luz incidente, por lo que pueden ser necesarias una serie de lentes para conseguir el enfoque deseado. Alternativamente, se puede utilizar un material de índice de refracción mayor.

- 10 El sobredimensionamiento de las lentes se puede caracterizar asimismo como la fabricación de un dispositivo de lente tal que la abertura virtual que se proyecta hacia delante mediante el dispositivo de lente sea mayor que el tamaño del micro-orificio a través del cual está mirando el dispositivo de lente. Esto significa que si hay errores en la instalación del dispositivo de lente que hacen que el micro-orificio sea mayor de lo previsto o que el dispositivo de lente no esté situado a la distancia de separación ideal, las lentes seguirán siendo capaces de capturar toda la luz que pasa a través del micro-orificio.

- 15 Utilizando el sobredimensionamiento de las lentes según la invención, se pueden conseguir fácilmente imágenes útiles dentro de un intervalo de distancias de separación entre 0,5 mm y 10 mm. La magnitud de la tolerancia a variaciones en la distancia de separación aumenta a medida que lo hace el tamaño de la abertura virtual, y este tamaño está restringido solamente por las limitaciones espaciales y el coste.

- 20 Ventajosamente, el diámetro de la abertura virtual puede estar sobredimensionado para estar en el intervalo de 1 a 5 veces el diámetro del micro-orificio. En una realización preferida, el diámetro de la abertura virtual sería por lo menos una y media veces el del orificio a través del cual está previsto que mire el dispositivo de lente.

- 25 Por lo tanto, la presente invención da a conocer un dispositivo de lente que funcionará de manera efectiva sobre un amplio intervalo de grosores de barrera y que se puede ampliar o reducir para adecuarse a un diámetro diferente del micro-orificio. Es preferible que el micro-orificio tenga un diámetro de menos de 2 mm, pero la invención se puede aplicar a orificios mayores. Un ejemplo de utilización para esta realización de la invención sería una cámara de vigilancia colocada subrepticiamente detrás de un micro-orificio en una pared

A continuación se describirá haciendo referencia a los dibujos adjuntos una realización específica de la invención, en la que el dispositivo de lente se utiliza en una cámara de micro-orificio colocada detrás de un micro-orificio en una barrera.

- 30 La figura 1 muestra una cámara de vigilancia conocida 1 oculta detrás de un micro-orificio 2 en una barrera 3, de tal modo que el tope físico 4 sobresale por el micro-orificio.

La figura 2 muestra una realización del dispositivo de lente acorde con la presente invención, optimizado para un campo de visión de 12 grados y situado detrás de un micro-orificio en una barrera.

- 35 La figura 3 muestra una realización del dispositivo de lente acorde con la presente invención, optimizado para un campo de visión de 25 grados y situado detrás de un micro-orificio en una barrera.

La figura 4 muestra una realización del dispositivo de lente acorde con la presente invención, optimizado para un campo de visión de 40 grados y situado detrás de un micro-orificio en una barrera.

La figura 5 muestra una realización del dispositivo de lente acorde con la presente invención, optimizado para un campo de visión de 50 grados y situado detrás de un micro-orificio en una barrera.

- 40 La figura 6 muestra una realización del dispositivo de lente acorde con la presente invención, optimizado para un campo de visión de 65 grados y situado detrás de un micro-orificio en una barrera.

Se comprenderá que lo que sigue es simplemente un ejemplo de una realización particular de la invención, y no se deberá considerar en modo alguno que limita su alcance.

- 45 Haciendo referencia a la figura 5, el dispositivo de lente acorde con la invención 1 está colocado a una distancia de separación S detrás de un micro-orificio 2 de aproximadamente 1 mm de diámetro perforado en una pared 3, que permite capturar una imagen de un sujeto 4 que es el objetivo a capturar. Se muestra un rayo incidente 5 que pasa a través del dispositivo de lente 1 y se enfoca en un sensor óptico 6. El dispositivo de lente 1 está optimizado para proyectar una abertura virtual hacia delante, al espacio del objeto, mediante una instancia que es igual a la distancia de separación S , limitando por lo tanto el pincel de rayos que entra al dispositivo y reduciendo el viñeteado
50 provocado por el micro-orificio 2.

La distancia de separación nominal S entre el dispositivo de lente y el micro-orificio 2 para esta realización de la invención es de aproximadamente 3 mm y la longitud total del sistema o "carrera" ("throw"), es de aproximadamente 16,5 mm. Sin embargo, la distancia de separación S puede de hecho ser cualquiera entre 2 mm y 6 mm sin ninguna pérdida significativa de calidad de la imagen. Esto se debe al sobredimensionamiento de las lentes, que es tal que la

abertura virtual proyectada por el dispositivo de lente 1 es aproximadamente 1,5 veces el tamaño requerido para una lente a la distancia de separación nominal (es decir, 3 mm).

5 El dispositivo de lente 1 de esta realización está optimizado para proporcionar un campo de visión de 50 grados y comprende un elemento de lente doblete cementada 7 intercalado entre dos elementos de lente simplete (8 y 9) que se han descrito anteriormente; el simplete más próximo al objeto que está siendo observado 8 comprende una lente de menisco de forma divergente, y el simplete más próximo al medio de captura de la imagen 9 comprende una lente de menisco de forma convergente. El elemento de corona del doblete cementado 7 está situado frente a la primera lente de menisco 8. El dispositivo de lente 1 tiene una longitud focal de 6,5 mm, de manera que cuando el dispositivo de lente 1 está situado detrás del micro-orificio 2 de 1 mm, tiene una velocidad óptica de $F/6,5$. Si no se utilizara ningún micro-orificio 2 ni pared 3, el dispositivo de lente funcionaría naturalmente en el intervalo de $F/5 - F/8$ debido a la limitación del pincel de rayos provocada por la abertura virtual producida por la configuración de lente de tipo ocular inverso.

Los ensayos han demostrado que un dispositivo acorde con esta realización de la invención tiene una distorsión de la imagen de solamente el 10 % y proporciona una resolución de aproximadamente 0,61 MTF a 80 c/mm.

15 En el plano focal de las lentes está colocado un sensor óptico 6 (en este caso, un CCD de 0,846 cm (1/3 pulgadas)) que permite registrar una imagen estática o en movimiento. Estas imágenes se pueden registrar localmente o bien transmitirse de cualquier manera conocida a una estación de recepción remota, situada, por ejemplo, en un vehículo aparcado en el exterior del edificio vigilado.

20 Para reducir más la probabilidad de que una cámara de vigilancia sea detectada, el dispositivo de lente puede comprender además un obturador físico que se puede desplegar cuando la cámara no está en uso, para ocultar el dispositivo a la vista. Este sistema de obturador se puede desplegar frente al sensor óptico 6 para eliminar la retro-reflexión, o se puede instalar frente al conjunto de lente como un todo, para eliminar completamente el rastro óptico del dispositivo (es decir, bloquear toda luz parásita procedente del dispositivo).

25 Las lentes del tipo descrito anteriormente se pueden optimizar ventajosamente para proporcionar un campo de visión particular. Son factibles campos de visión de entre 1° y 90° , y se puede disponer útilmente una gama de lentes con un sistema de cámara para contemplar diferentes circunstancias y necesidades.

Se ha descubierto que para una cámara de vigilancia de micro-orificio es particularmente adecuada una gama de lentes que produzca campos de visión de entre 12 grados y 65 grados.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de formación de imágenes para utilizar en vigilancia secreta, que comprende un dispositivo de lente y un medio de captura de la imagen, caracterizado por que

5 el dispositivo de lente comprende un aparato de lente de tipo ocular, adaptado para capturar imágenes a través de micro-orificios sin la presencia de un tope físico integral de la lente, de tal modo que, en uso, el dispositivo de lente define una abertura virtual en el espacio del objeto más allá de un primer extremo del dispositivo de lente, siendo dicho primer extremo el extremo del dispositivo de lente más próximo al sujeto que está siendo observado, y en el que la abertura virtual actúa como una pupila de entrada remota en el espacio del objeto más allá del primer extremo del dispositivo de lente y define un pincel de rayos que pasa a través del dispositivo de lente al medio de captura de la imagen.
2. Un dispositivo de formación de imágenes según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de lente comprende un elemento de lente de forma convergente situado en el primer extremo del dispositivo de lente, seguido por un elemento de lente de forma divergente.
3. Un dispositivo de formación de imágenes según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de lente comprende un elemento de lente de forma convergente situado en el primer extremo del dispositivo de lente, seguido por un elemento de lente en forma de menisco, configurado para actuar como un aplanador del campo.
4. Un dispositivo de formación de imágenes según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de lente comprende dos elementos de lente de forma convergente, con un elemento de lente de forma divergente situado entre ambos.
5. Un dispositivo de formación de imágenes según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de lente comprende un elemento de lente de menisco de forma divergente situado en un primer extremo del dispositivo de lente y configurado para controlar la posición de la abertura virtual.
6. Un dispositivo de formación de imágenes según la reivindicación 5, caracterizado por que el dispositivo de lente comprende además un elemento de lente de menisco de forma convergente situado en un segundo extremo del dispositivo de lente, siendo dicho segundo extremo el extremo del dispositivo de lente más próximo al medio de captura de la imagen, y estando dicho elemento de lente de menisco de forma convergente configurado para controlar la curvatura del campo y/o el astigmatismo de una imagen producida por el dispositivo de lente.
7. Un dispositivo de formación de imágenes según la reivindicación 6, caracterizado por que el dispositivo de lente comprende además un elemento de lente doblete acromática situado entre el elemento de lente de menisco de forma divergente situado en el primer extremo del dispositivo de lente y el elemento de lente de menisco de forma convergente situado en el segundo extremo del dispositivo de lente, estando dicho elemento de lente doblete acromático configurado para controlar las aberraciones cromáticas en la imagen producida por el dispositivo de lente.
8. Un dispositivo de formación de imágenes según la reivindicación 5, caracterizado por que el dispositivo de lente comprende además un elemento de lente triplete cementada situado en el segundo extremo del dispositivo de lente, estando dicho elemento de lente triplete cementada configurado para controlar el color lateral y/o el astigmatismo de una imagen producida por el dispositivo de lente.
9. Un dispositivo de formación de imágenes según la reivindicación 8, caracterizado por que el dispositivo de lente comprende además un elemento de lente biconvexa situado entre el elemento de lente de menisco de forma divergente situado en el primer extremo del dispositivo de lente y el elemento de lente triplete cementada situado en el segundo extremo del dispositivo de lente.
10. Un dispositivo de formación de imágenes según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, caracterizado por que el elemento de lente de menisco de forma divergente situado en el primer extremo del dispositivo de lente comprende un elemento de lente doblete cementada.
11. Un dispositivo de formación de imágenes según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de lente incorpora un obturador físico para ocultar a la vista el dispositivo de lente cuando no está en uso.
12. Un procedimiento de obtención de imágenes en secreto; caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas de:
 - a. configurar un dispositivo de lente que comprende un aparato de lente de tipo ocular adaptado para capturar imágenes a través de micro-orificios, de tal modo que, en uso, el dispositivo de lente define una abertura virtual en un espacio del objeto remoto respecto de un primer extremo del dispositivo de lente, siendo dicho primer extremo el extremo del dispositivo de lente más próximo a un objeto que está siendo

observado, estando dicha abertura virtual configurada para actuar como una pupila de entrada remota y definir un pincel de rayos que pasa a través del dispositivo de lente,

b. situar el dispositivo de lente detrás de un micro-orificio en una barrera que no está conectada con el dispositivo de lente,

5 c. disponer el dispositivo de lente detrás del micro-orificio, de tal modo que micro-orificio actúa como el tope de abertura del dispositivo de lente, y

d. situar el medio de captura de la imagen en el plano de la imagen, para capturar la imagen.

10 13. Un procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que el dispositivo de lente está configurado de tal modo que el diámetro de la abertura virtual que está definida por el dispositivo de lente es mayor que el diámetro del micro-orificio a través del cual se está mirando, con el fin de reducir la sensibilidad de las imágenes obtenidas con respecto a la posición del micro-orificio.

14. Un procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que el diámetro de la abertura virtual está en el intervalo de 1 a 5 veces el tamaño del diámetro del micro-orificio a través del cual se está mirando.

15 15. Un procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado por que el diámetro de la abertura virtual es de aproximadamente un 1,5 veces el diámetro del micro-orificio a través del cual se está mirando.

16. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizado por que la distancia entre el dispositivo de lente y el micro-orificio está en el intervalo de 0,5 mm a 10 mm.

17. Una cámara de micro-orificio para utilizar en vigilancia, que incorpora un dispositivo de formación de imágenes según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

20

Fig.1.

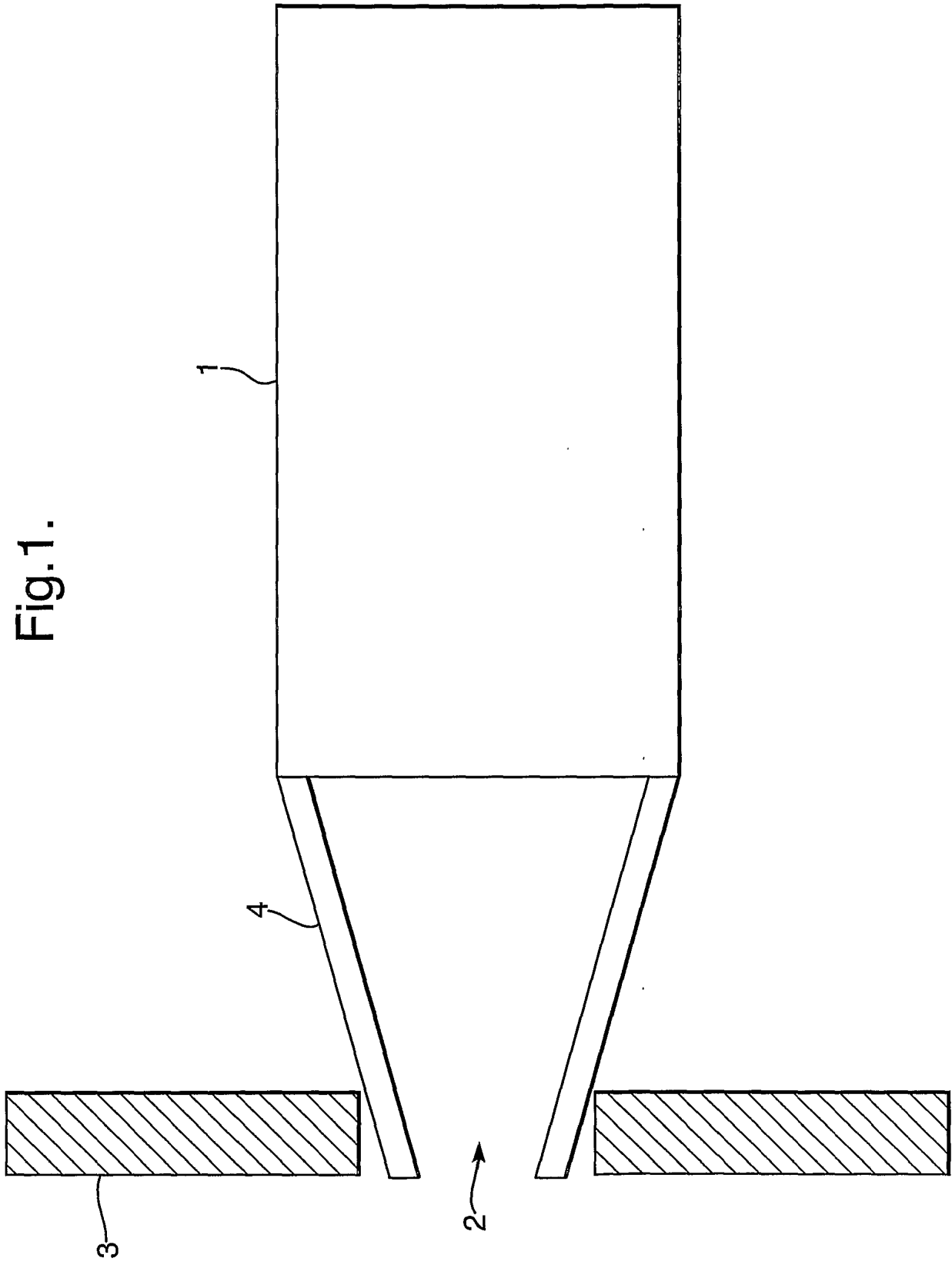


Fig.2.

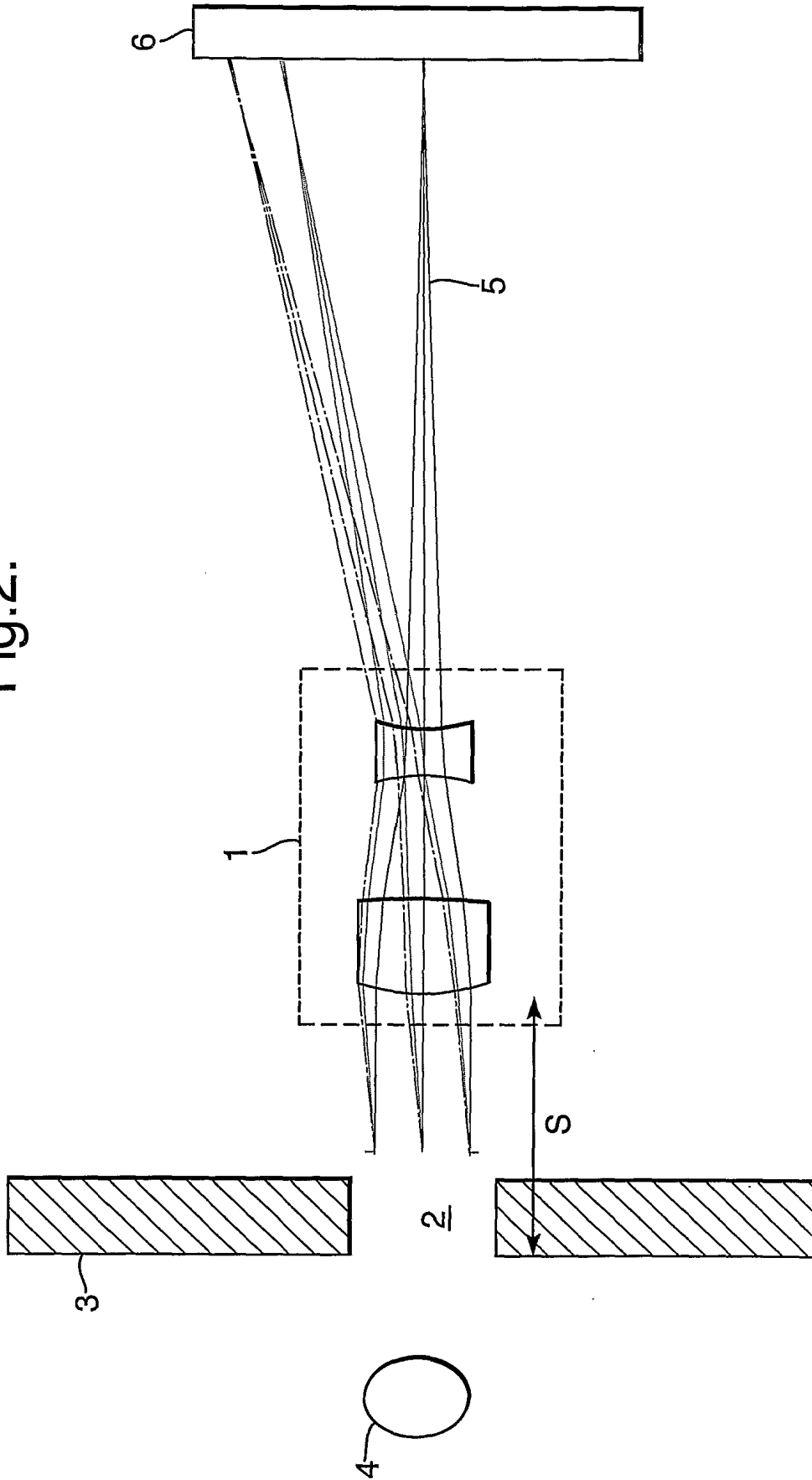


Fig.3.

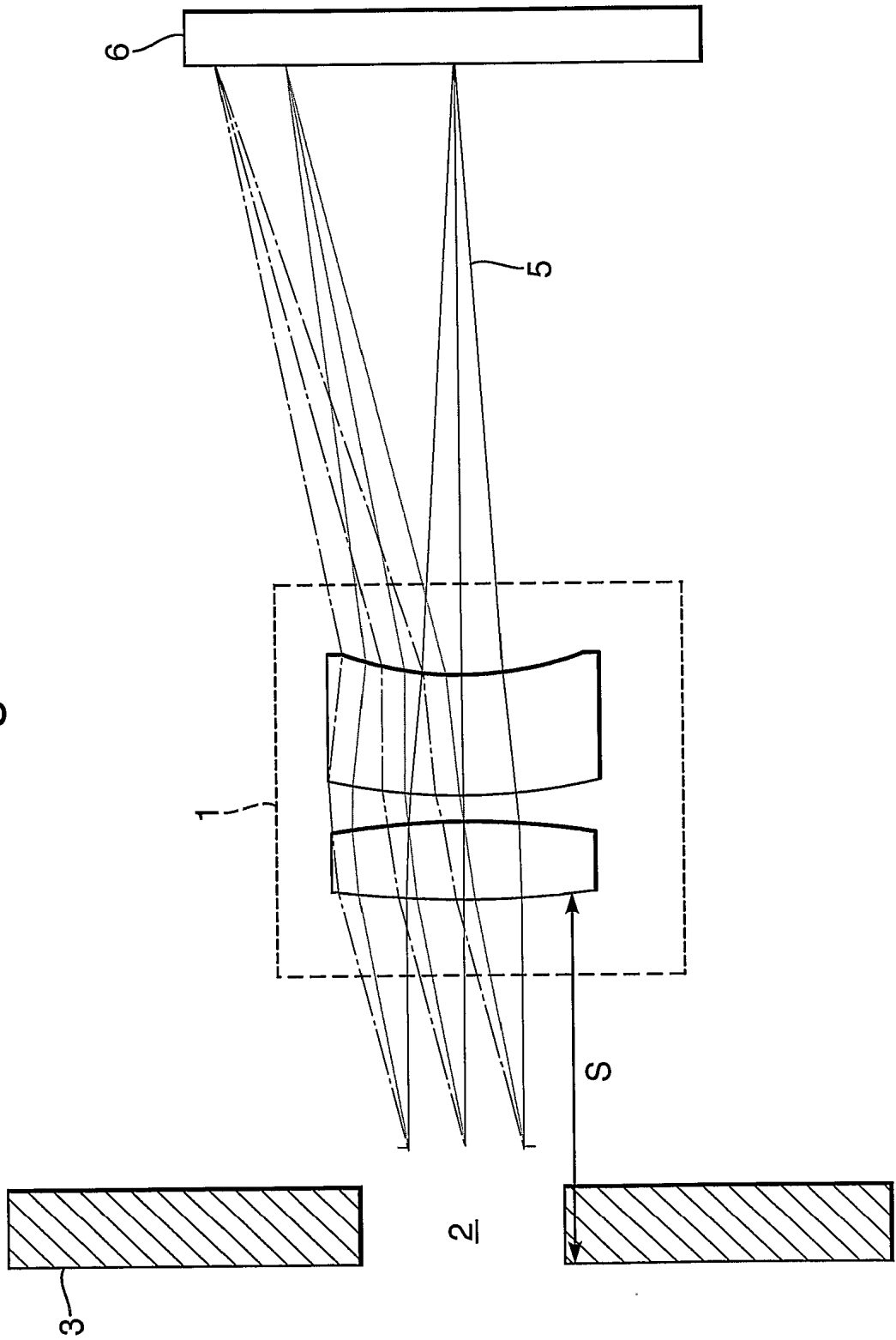
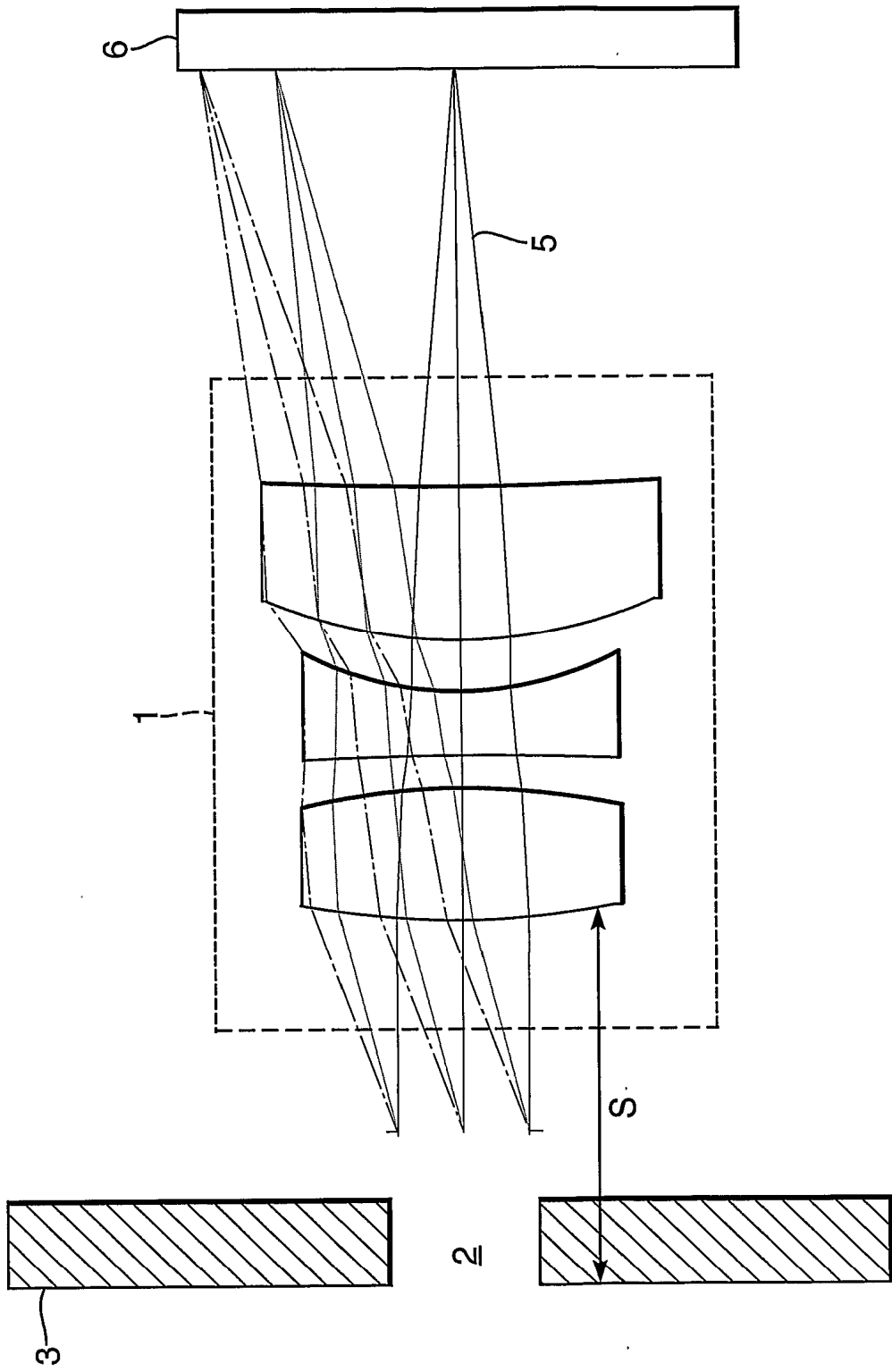


Fig.4.



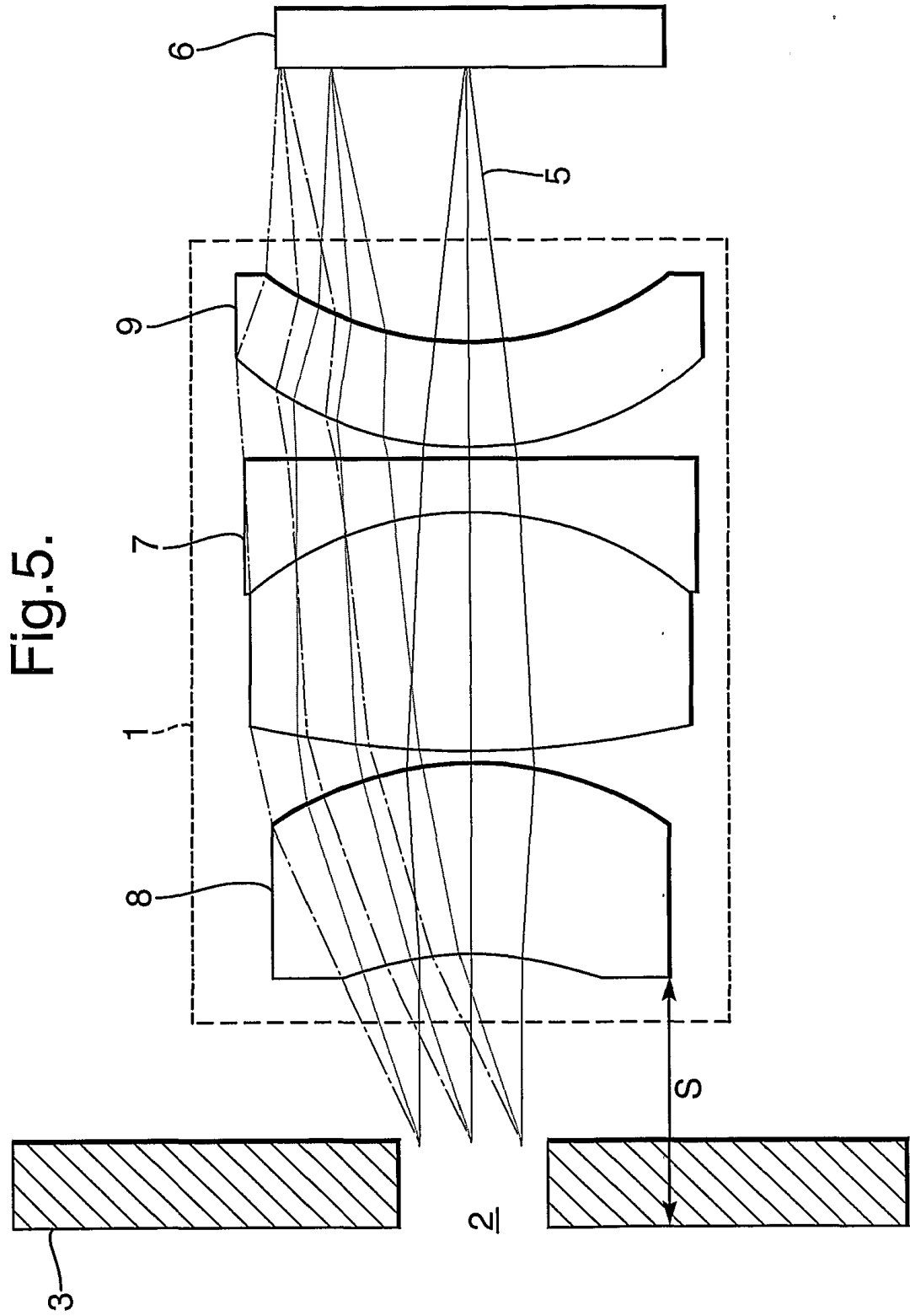


Fig. 5.

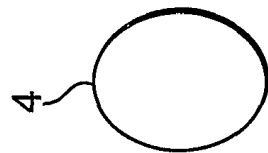


Fig.6.

