

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 318**

51 Int. Cl.:

G02B 15/00 (2006.01)

G02B 15/14 (2006.01)

G02B 3/14 (2006.01)

G02B 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2010 E 10762153 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013 EP 2417488**

54 Título: **Sistema óptico de zoom que comprende lentes líquidas**

30 Prioridad:

10.04.2009 US 168523 P

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

22.01.2014

73 Titular/es:

**BLACKEYE OPTICS, LLC (100.0%)
P.O. Box 1389, Spieden Island
Eastsound, WA 98245, US**

72 Inventor/es:

**NEIL, IAIN A. y
JANNARD, JAMES H.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 439 318 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

Sistema óptico de zoom que comprende lentes líquidas

Antecedentes

La presente invención se refiere a sistemas ópticos de potencia variable.

5 Algunos diseños del lentes de aumento o zoom agrupan las lentes utilizadas en el diseño, con un gripo que se utiliza enormemente para el aumento, un segundo grupo que se utiliza ampliamente para mantener una imagen enfocada, y un tercer grupo utilizado para mantener el plano de la imagen estacionario. También se puede utilizar un cuarto grupo para formar una imagen nítida. El grupo de enfoque se puede ajustar enfocando las lentes de aumento en cualquier posición de longitud focal sin la necesidad de referencia para otras longitudes focales de la lente de aumento. El grupo de aumento (o "variador") produce un cambio de ampliación significativo durante el aumento. El grupo de lentes que estabiliza el plano de la imagen también se puede utilizar para proporcionar ampliación.

10 Las características deseables en una lente de aumento incluyen una relación de aumento elevada y un campo de visión de ángulo amplio. A medida que el alcance del aumento se incrementa, generalmente la longitud y peso también aumenta. Los productos de consumidor tañes como teléfonos móviles y cámaras de apuntar y disparar son a menudo pequeñas y de peso ligero, de manera que las lentes incluidas en esos productos están restringidas por tamaño y peso. Además, cuando el alcance de un sistema de lentes aumenta, generalmente los problemas de enfoque también aumentan normalmente en el amplio campo de las posiciones de aumento de visión.

El documento US 2006/227415 muestra un sistema óptico de potencia variable que forma una imagen intermedia y caracteriza una lente líquida que es estacionaria.

20 **Sumario**

La presente invención está definida en la reivindicación 1. Las celdas de lentes líquidas comprenden dos o más fluidos en una cámara. Estos fluidos entran en contacto para formar una superficie que es variable mediante, por ejemplo, a través de nudos eléctricos. Un fluido puede ser, por ejemplo, uno o más gases, uno o más líquidos, o una mezcla de uno o más sólidos y uno o más líquidos. La utilización de celdas de lentes líquidas para sustituir uno o más grupos de lentes da lugar a las opciones de configuración adicionales para la trayectoria óptica. Muchas cámaras de apuntar y disparar y cámaras de teléfono móvil no tienen gran cantidad de espacio para una lente grande. El uso de celdas líquidas en combinación con repliegues o redirección del eje de radiación permite mejores sistemas de lentes de aumento en estos paquetes de cámara pequeños. Las cámaras mayores también se pueden beneficiar.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Las Figuras 1A-1D son diagramas ópticos de un sistema de lentes de aumento compuestas que emplea seis celdas de lentes líquidas, con una superficie de líquidos que varían para proporcionar una gama de posiciones de aumento.

35 Las Figuras 2A-2D son diagramas ópticos de un sistema de lentes de aumento compuesto que emplea cuando celdas de lente líquidas, con una superficie de líquidos que puede variar para proporcionar una gama de posiciones de aumento.

Las Figuras 3A-3D son diagramas ópticos de un sistema de lentes de aumento compuesto que emplea cuando celdas de lente líquidas, con una superficie de los líquidos que se puede variar para proporcionar una gama de posiciones de aumento.

40 Las Figs. 4A-4D son diagramas ópticos de un sistema de lentes de aumento compuestas que empelan cuatro celdas de lentes líquidas, con una superficie de los líquidos que se puede variar para proporcionar una gama de posiciones de aumento.

Las Figs. 5A-5D son diagramas ópticos de un sistema de lentes de aumento compuesto que emplea tres celdas de lente líquida, como una superficie de los líquidos que puede variar para proporcionar una gama de posiciones de aumento.

45 Las Figs. 6A-6D son diagramas ópticos de un sistema de lentes de aumento compuesto que emplean tres celdas de lente líquidas, con una superficie de líquidos que se puede variar para proporcionar una gama de posiciones de aumento.

50 Las Figs. 7A-7D son diagramas ópticos de un sistema de lentes de aumento compuesto que emplean dos celdas de lente líquidas, con una superficie de líquidos que se puede variar para proporcionar una gama de posiciones de aumento.

Las Figs. 8A-8D son diagramas ópticos de un sistema de lentes de aumento compuesto que emplean un grupo de lentes móviles y dos celdas de lente líquidas, con una superficie de líquidos que se puede variar para proporcionar

una gama de posiciones de aumento.

La Fig. 9 ilustra un diagrama de bloques de una cámara con una lente de aumento.

Descripción detallada

5 En la siguiente descripción se hace referencia a los dibujos adjuntos. Se entiende que se pueden utilizar otras estructuras y/o realizaciones sin que se salgan del campo de la invención.

10 Las celdas de lentes líquidas modifican la trayectoria óptica sin basarse en el movimiento mecánico de la celda líquida. Una celda de lentes líquidas que comprende primer y segundo líquidos en contacto se puede configurar de manera que una superficie óptica en contacto entre los líquidos en contacto tenga una forma variable que puede ser sustancialmente simétrica con reacción a un eje óptico de la celda de lente líquida. Una pluralidad de elementos de lentes se podría alinear a lo largo de un eje óptico común y estar dispuestos para recoger la radiación y emanar de un espacio lateral de objeto y enviarla a un espacio lateral de imagen. Las celdas de lentes líquidas se pueden insertar en una trayectoria óptica formada por la pluralidad de elementos de lentes que están alineados a lo largo del eje óptico común. El eje óptico de la celda de lente líquida podría ser paralela al eje óptico común, o podrían estar en ángulo o descentrada con respecto al eje óptico común.

15 Los sistemas de lentes líquidas contemplados actualmente tendrán una diferencia de índice de refracción de aproximadamente 0,2 o más, preferiblemente al menos aproximadamente 0,3, y en algunas realizaciones al menos aproximadamente 0,4. El agua tiene un índice de refracción de aproximadamente 1,3 y la adición de sal puede permitir variar el índice de refracción a aproximadamente 1,48. Los aceites ópticos adecuados pueden tener un índice de refracción de al menos aproximadamente 1,5. Incluso utilizando líquidos con más altos, más bajos o más
20 altos y mas bajos índices de refracción, por ejemplo un aceite de índice de refracción alto, el rango de variación de potencia permanece limitado. Este rango limitado de variación de potencia normalmente proporciona menos cambio de amplitud que el de un grupo de lentes móviles. Por lo tanto, en un sistema óptico de potencia variable simple, para proporcionar aumento a la vez que se mantiene una posición de superficie de imagen constante la mayoría del cambio de amplificación se puede proporcionar mediante un grupo de lentes móviles y la mayoría de la
25 compensación de desenfoque en la superficie de la imagen durante el cambio de amplificación se puede proporcionar mediante la celda líquida.

Se ha de observar que se puede utilizar más grupos de lentes móviles o más celdas móviles o ambas cosas. Ejemplos de uno o más grupos de lentes móviles utilizados en combinación con una o más celdas líquidas se describen en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 12/246.224 titulada "Liquid Optics Zoom Lens and
30 Imaging Apparatus" presentada el 6 de Octubre de 2008.

El tamaño y las propiedades de los elementos de lente utilizados en un sistema introducen restricciones que se deben considerar en el diseño del sistema de lentes. Por ejemplo, el diámetro de uno o más elementos de lente puede limitar el tamaño de una imagen formada en una superficie de imagen. Para sistemas de lentes con propiedades variables, tales como un sistema óptico de potencia variable, los componentes ópticos pueden cambiar en base a la variación de los elementos de lentes. De este modo, un primer elemento de lente puede restringir un sistema de lentes en una primera configuración de aumento, mientras que un segundo elemento de lente restringe el sistema de lentes en una segunda configuración de aumento. Como ejemplo, los rayos de reborde para un rayo de luz se puede aproximar al borde exterior de un elemento de lente en un extremo del rango de aumento, mientras está a una distancia significativa del borde exterior del mismo elemento de lente en el otro extremo del rango de
40 aumento.

Las Figs. 1A-1D ilustran diagramas ópticos de un sistema óptico de potencia variable compuesto simplificado que forma una imagen intermedia 108 y una imagen final 107. Como se ilustra el tope 109 está situado justo después de la celda de lente de líquido 104 en la parte de transmisión de la lente. El sistema óptico de potencia variable se puede utilizar, por ejemplo, con una cámara. La Fig. 1A ilustra la relación de aumento en la posición amplia, y la Fig. 1D ilustra la relación de aumento en la posición de telefoto.
45

El sistema óptico de potencia variable ilustrado en las Figs. 1A-1D no tiene grupos de lentes móviles. En su lugar, el aumento y un foco contante en la imagen final se realiza a través de seis celdas de lentes líquidas 101, 102, 103, 104, 105 y 106 teniendo cada una de las celdas de lentes líquidas una superficie variable 111, 112, 113, 114, 115 y 116. Se puede utilizar un sistema de control para controlar la forma variable de la superficie óptica de contacto en las
50 celdas de lentes líquidas 101, 102, 103, 104, 105 y 106.

Se ha de entender que las celdas líquidas podrían cada una comprender múltiples superficies, siendo las superficies controlables y/o fijas. En algunas realizaciones, las celdas de lentes líquidas podrían comprender una combinación de dos o más celdas líquidas. Una placa puede estar situada entre las celdas combinadas. La placa puede tener una potencia óptica que puede ser establecida como deseada para el diseño. Las celdas de lentes líquidas también pueden tener placas en las superficies exteriores. En algunas realizaciones, las placas en las superficies exteriores pueden proporcionar potencia óptica o una función de repliegue. Las placas y los otros elementos pueden ser esféricos o asféricos para mejorar las características ópticas.
55

5 Los elementos de lente individuales pueden estar contruidos a partir de materiales de fase sólida, tales como vidrio, plástico, materiales cristalinos o semiconductores o pueden estar contruidos utilizando materiales líquidos o gaseosos tañes como agua o aceite. El espacio entre los elementos de lente podría contener uno o más gases. Por ejemplo, se podría utilizar aire normal, nitrógeno o helio. Alternativamente, el espacio entre los elementos de lentes
5 podría ser un vacío. Cuando se utiliza "Aire" en esta invención, se ha de entender que se utiliza en un sentido amplio y puede incluir uno o más gases, o un vacío. Los elementos de lente pueden tener revestimientos tales como un filtro de rayos ultravioleta.

10 Los líquidos de una celda de lentes líquidas pueden tener un volumen fijo, y la forma de la superficie exterior de las lentes líquidas puede ser fija. En las figuras adjuntas, algunas de las celdas líquidas están ilustradas de manera que sugieres variación de volumen de los líquidos y/o variación en la forma de la superficie exterior de la celda de lentes líquidas. Esto también significa que los puntos de vértice de las superficies se desplazan axialmente. Las ilustraciones fueron generadas mediante software de ordenador sin restricciones en la forma o volumen de las celdas de lentes líquidas. Las figuras adjuntas ilustran los conceptos de utilización de celdas de lentes líquidas en un sistema óptico de potencia variable, y se pueden hacer modificaciones apropiadas de las distintas celdas de lentes
15 líquidas que se pueden utilizar.

20 Los elementos de lentes ilustrados en las Figs. 1A-1D están dispuestos para formar una imagen intermedia 108. Aunque la localización y tamaño de la imagen intermedia 108 como los cambios de posición de aumento, permanece entre las celdas de lentes líquidas 101 y 102. Aunque las Figs. 1A-1D ilustran un grupo de elementos ópticos de objetivo segundos por un grupo de elementos ópticos de transmisión, también se podría utilizar múltiples grupos de transmisión para conseguir mayores amplificaciones. La amplificación adicional se puede conseguir con fluidos de índice de refracción altos.

25 La utilización de celdas de lentes líquidas para remplazar uno o más grupos de lentes móviles da lugar a opciones de configuración adicionales para la trayectoria óptica. La sustitución de grupos de lentes móviles por celdas de lentes líquidas facilita las posibilidades de diseño adicionales. Por ejemplo, un diseño óptico lineal puede dar lugar a una lente que sea mayor de lo deseado. El uso de celdas de lentes líquidas en lugar de un grupo móvil facilita el uso de elementos ópticos tales como repliegues para redirigir el eje de radiación y reducir la longitud física de una lente. Aunque la longitud total de la trayectoria óptica a través de la lente pueda seguir siendo la misma, las celdas de lentes líquidas pueden proporcionar espacio estratégico para el repliegue, lo que reduce la longitud en una o más
30 direcciones. Esto permite que sean utilizadas longitudes de lentes totales mayores que en paquetes de cámara más pequeños. Por ejemplo, muchas cámaras de apuntar y disparar y cámaras de teléfono móvil no tienen gran cantidad de espacio para una lente grande. La utilización de celdas líquidas en combinación con repliegues permite mejores sistemas de lente en estos paquetes de cámara pequeños. Las cámaras más grandes también se benefician de la reducción de la longitud de paquete de cámara lo que podría requerir un sistema de lentes que no utilizase repliegues. La utilización de celdas de lentes líquidas también puede permitir un diámetro menor, especialmente hacia la parte delantera del diseño de lente y especialmente para un campo amplio de posiciones de visión. El repliegue en combinación con un diámetro delantero relativamente pequeño, comparado con los diseños de lentes de aumento de grupo móvil puede proporcionar paquetes de cámara más compactos y conformaos más ergonómicamente.

40 Las Figs. 2A-2D ilustran diagramas ópticos de un sistema óptico de potencia variable compuesto simplificado que utiliza cinco celda líquidas 121, 122, 123, 124 y 125, teniendo cada celda líquida una superficie variable 131, 132, 133, 134 y 135. El tope 129 está situado justo después de la celda líquida 123 en el grupo de elementos ópticos de transmisión. El sistema óptico forma una imagen intermedia 128 y una imagen final 127.

45 Las Figs. 3A-3D ilustran diagramas ópticos de un sistema óptico de potencia variable compuesto simplificado que utiliza cinco celdas líquidas 121, 122, 123, 124 y 125, teniendo cada celda líquida una superficie variable 131, 132, 133, 134 y 135. El diseño es similar al diseño ilustrado en las Figs. 2A-2D, pero el tope 129 está situado en el grupo de elementos ópticos de objetivo. Esto puede mejorar la calidad de la imagen y puede permitir celdas líquidas con diámetros más pequeños, pero también reducir la iluminación relativa.

50 Las Figs. 4A-4D ilustran diagramas ópticos de un sistema óptico de potencia variable compuesto simplificado que utiliza cuatro celdas líquidas 141, 142, 143 y 144, cada una con celdas de lente líquida que tiene una superficie variable 151, 152, 153 y 154. El tope 149 está situado en el grupo de lentes de transmisión. El sistema óptico forma una imagen intermedia 148 y una imagen final 147.

55 Las Figs. 5A-5D ilustran diagramas ópticos de un sistema óptico de potencia variable compuesto simplificado que utiliza tres celdas líquidas 161, 162 y 163 teniendo cada celda líquida una superficie variable 171, 172 y 173. El tope 169 está situado en el grupo de lentes de transmisión. El sistema óptico forma una imagen intermedia 168 y una imagen final 167.

Las Figs. 6A-6D ilustran diagramas ópticos de un sistema óptico de potencia variable compuesto simplificado que utiliza tres celdas líquidas 161, 162 y 163, tendiendo cada celda líquida una superficie variable 171, 172 y 173. El tope 169 está situado en el grupo de lente de objetivo. El sistema óptico forma una imagen intermedia 168 y una imagen final 167.

Las Figs. 7A-7D ilustran diagramas ópticos de un sistema óptico de potencia variable compuesto simplificado que utiliza dos celdas líquidas 181, 182, teniendo cada celda líquida una superficie variable 191, 192. El tope 189 está situado en el grupo de lente objetivo. El sistema óptico forma una imagen intermedia 188 y una imagen final 187.

5 Las Figs. 8A-8D ilustran diagramas ópticos de un sistema óptico de potencia variable compuesto simplificado que utiliza dos celdas líquidas 201, 202, teniendo cada celda líquida una superficie variable 211 y 212. La realización ilustrada también tiene un grupo de lentes móvil 203. Una imagen intermedia se forma en la superficie de imagen 208 entre las celdas líquidas 201 y 202. La configuración de elementos ópticos da lugar a una imagen final 207 que es mayor que las imágenes finales obtenidas en realizaciones anteriores. Esto permite el uso de un sensor de imagen más grande, tales como sensores de 11 mm a 28 mm y superiores. Un grupo de lente móvil se utiliza cerca del sensor debido a que el diámetro de una celda líquida puede no ser suficientemente grande para conseguir el rendimiento adecuado. Se ha de mencionar que, la imagen final 207 es también más grande que los rayos de reborde en la superficie variable de celda de lente líquida 211 y 212.

10 Para cada uno de los diseños de mente mostrados en las Figs. 1-8, un listado producido por el software de diseño óptico CodeV versión 9,70 disponible de Optical Research Associates, Pasadena, CA USA está incorporada aquí como parte de esta memoria.

15 La Fig. 9 ilustra un diagrama de bloques de una cámara 100 con una lente de aumento 302. La Fig. 9 ilustra también un módulo de control de lente 304 que controla el movimiento y funcionamiento de los grupos de lentes 302. El módulo de control 304 incluye un circuito electrónico que controla el radio de curvatura de la celda de lente líquida. Los niveles de señal electrónica apropiados para varias posiciones de foco y posiciones de aumento se pueden determinar por adelantado y colocar en una o más tablas de consulta. Alternativamente, el circuito analógico o una combinación de circuito y una o más tablas de consulta pueden generar los niveles de señal apropiados. En una realización, se utilizan uno o más polinomios para determinar los niveles de señal electrónica apropiados. Los puntos a lo largo de los polinomios podrían ser almacenados en una tabla de consulta o el polinomio podría ser implementado con el circuito. Las tablas de consulta, polinomios y/o otros circuitos pueden utilizar variables para la posición de aumento, posición de foco, temperatura u otras condiciones.

Los efectos térmicos también se pueden considerar en el control del radio de curvatura de la superficie entre los líquidos. El polinomio o tabla de consulta puede incluir una variable adicional relacionada con los efectos térmicos.

El módulo de control 304 puede incluir controles de preajuste de ajustes de aumento específicos o longitudes focales. Estos ajustes se pueden almacenar por el usuario en fabricante de la cámara.

20 La Fig. 9 ilustra un módulo de captura de imagen 306 que recibe una imagen óptica correspondiente a un objeto externo. La imagen es transmitida a lo largo de un eje óptico a través de la lente 302 al módulo de captura de imagen 306. El módulo de captura de imagen 306 puede utilizar una variedad de formatos, tales como película (por ejemplo almacenamiento de película, o película de imagen quieta) o tecnología de detección de imagen electrónica (por ejemplo una disposición CCD, dispositivo CMOS o circuito de recogida de video). El eje óptico puede ser lineal, o puede incluir repliegues.

El módulo de almacenamiento de imagen 308 mantiene la imagen capturada en, por ejemplo, la memoria de abordo o en la película, cinta o disco. En una realización, el medio de almacenamiento es extraíble (por ejemplo una memoria temporal, un carrete de película, cartucho de memoria o disco).

25 El módulo de transferencia de imagen 310 proporciona la transferencia de la imagen capturada a otros dispositivos. Por ejemplo, el módulo de transferencia de imagen 310 puede utilizar una o una variedad de conexiones tales como, por ejemplo, un puerto USB una conexión multimedia IEEE 1394, un puerto Ethernet, conexión inalámbrica de Bluetooth, conexión inalámbrica IEEE 802.11, conexión de componente de vídeo, o conexión de S-Video.

La cámara se puede implementar en una variedad de formas, tales como una cámara de vídeo, una cámara de teléfono móvil, una cámara fotográfica digital, o una cámara de película.

30 Las celdas líquidas en los grupos de aumento y focos se pueden utilizar para proporcionar estabilización, como se ha descrito en la Solicitud de Patente de Estados Unidos Nº 12/327.666 titulada "Liquid Optics Image Stabilization" presentada el 3 de diciembre de 2008, incorporada como referencia en su totalidad. Utilizando grupos de lentes no móviles, se pueden utilizar repliegues para reducir el tamaño total como está descrito en la Solicitud de Patente de Estados Unidos Nº 12/327.651 titulada "Liquid Optics with folds Lens and Imaging Apparatus" presentada el 3 de diciembre de 2008. Se pueden utilizar uno o más grupos de lentes móviles en combinación con una o más celdas líquidas como está descrito en la Solicitud de Patente de Estados Unidos Nº 12/246.224 titulada "Liquid Optics Zoom Lens and Imaging Apparatus" presentada el 6 de octubre de 2008.

35 Se ha de observar los expertos encontrarán evidentes distintas modificaciones y cambios. Se entiende que tales cambios y modificaciones están incluidos dentro del campo de la invención como está definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema óptico de potencia variable sobre un eje óptico común para formar una imagen final de un objeto, teniendo dicho sistema un lado de objeto y un lado de imagen y al menos una imagen real intermedia entre el objeto y la imagen final, comprendiendo dicho sistema:
- 10 al menos un primer componente óptico de potencia variable (101) situado entre el objeto y una imagen real intermedia (108), en el que el primer componente óptico de potencia variable varía la potencia para cambiar la amplificación de la imagen real intermedia; y
- 15 al menos un segundo componente óptico de potencia variable (102) situado entre la imagen real intermedia (108) y la imagen final (107), en donde el segundo componente óptico de potencia variable varía la potencia para cambiar la amplificación de la imagen final; caracterizado porque
- 20 al menos uno de dicho primer y segundo componentes ópticos de potencia variable es estacionario en el eje óptico y comprende al menos dos líquidos con diferentes propiedades de refracción y al menos una superficie de contacto de forma variable (171, 172, 173) entre los dos líquidos, con variaciones de la forma de la superficie de contacto que producen un cambio de potencia óptica en el sistema óptico; y en donde
- 25 un tope óptico (109) está situado entre el objeto y la imagen intermedia.
- 30 2. El sistema óptico de potencia variable de la Reivindicación 1, en el que la variación del primer y segundo componentes ópticos de potencia variable proporciona aumento o zoom.
- 35 3. El sistema óptico de potencia variable de la Reivindicación 1, en el que la variación del primer y segundo componentes ópticos de potencia variable proporciona enfoque.
- 40 4. El sistema óptico de potencia variable de la Reivindicación 1, en el que la variación del primer componente óptico de potencia variable proporciona enfoque.
- 45 5. El sistema óptico de potencia variable de la Reivindicación 2, en el que la variación del segundo componente óptico de potencia variable proporciona enfoque.
- 50 6. El sistema óptico de potencia variable de la Reivindicación 1, en el que la variación del primer y segundo componentes ópticos de potencia variable proporciona una combinación de aumento y enfoque.
- 55 7. El sistema óptico de potencia variable de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 6, en el que el primer componente óptico de potencia variable comprende al menos un grupo de lentes móvil.
- 60 8. El sistema óptico de potencia variable de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 6, en el que el segundo componente óptico de potencia variable comprende al menos un grupo de lentes móvil.
- 65 9. El sistema óptico de potencia variable de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 7, en el que el segundo componente óptico de potencia variable es estacionario, comprendiendo además el sistema óptico de potencia variable al menos un grupo de lentes móviles situado entre la imagen real intermedia y una imagen final.
10. El sistema óptico de potencia variable de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 9, en el que al menos una superficie óptica tiene un perfil esférico.
11. El sistema óptico de potencia variable de la Reivindicación 1, en el que un iris está situado sustancialmente en una ubicación superior para proporcionar una apertura variable.
12. Un método para formar una imagen de un objeto, que comprende las etapas de:
- formar una imagen final de un objeto sobre un lado de objeto de un sistema óptico de potencia variable;
- formar al menos una imagen real intermedia entre el objeto y la imagen final, teniendo el sistema óptico al menos un segundo componente óptico de potencia variable;
- variar la potencia de un primer componente óptico de potencia variable situado entre el objeto y la imagen real intermedia para cambiar la amplificación de la imagen real intermedia;
- variar la potencia de un segundo componente óptico de potencia variable situado entre la imagen real intermedia y la imagen final para cambiar la amplificación de la imagen final; caracterizado porque

al menos uno del primer y segundo componentes ópticos de potencia variable es estacionario en el eje óptico y comprende al menos dos líquidos con diferentes propiedades de refracción y al menos una superficie de contacto de forma variable entre los dos líquidos, con variaciones en la forma de la superficie de contacto que producen un cambio óptico en el sistema óptico; y en el que

5

un tope óptico está situado entre el objeto y la imagen real intermedia.

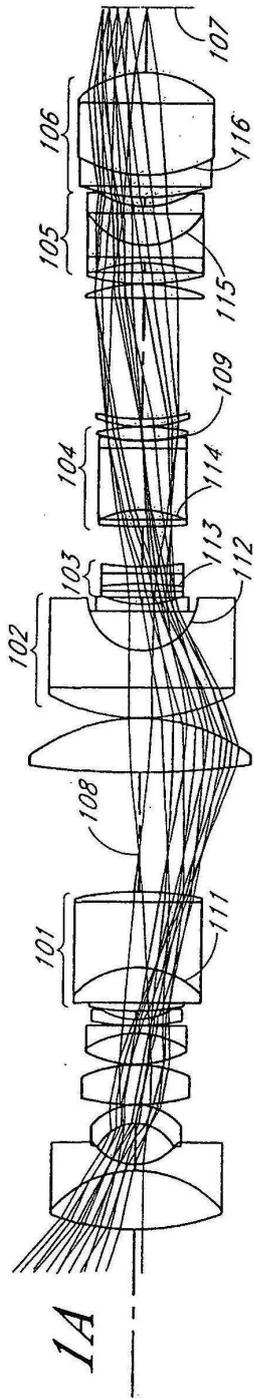


FIG. 1A

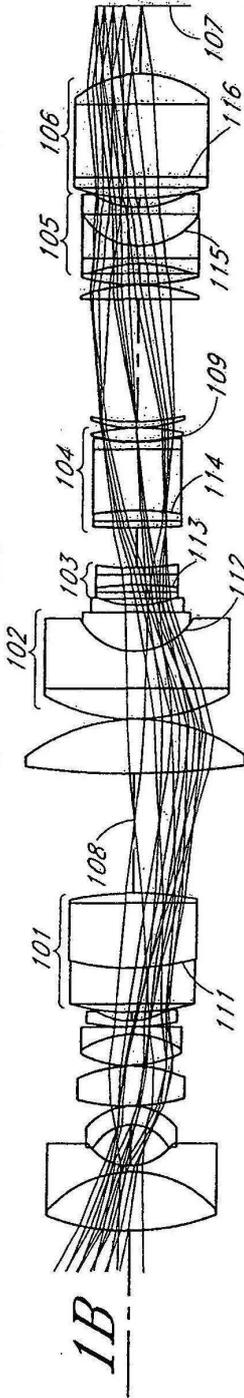


FIG. 1B

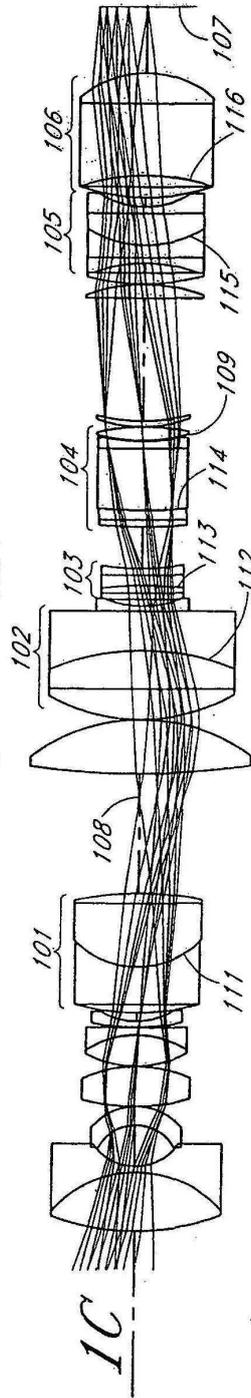


FIG. 1C

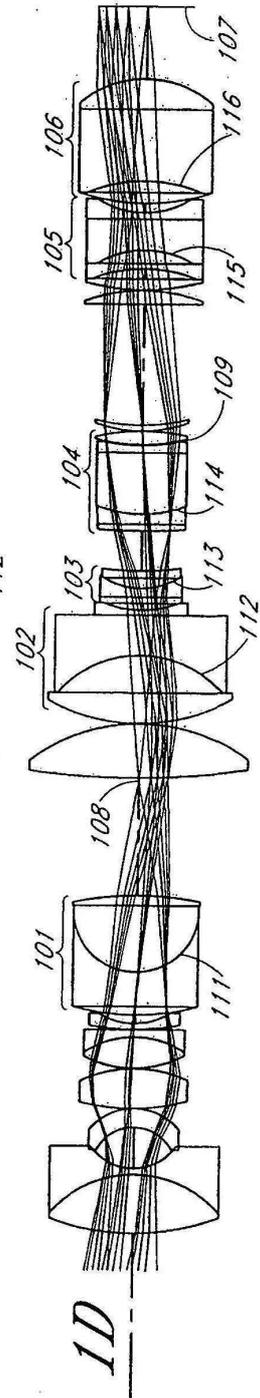


FIG. 1D

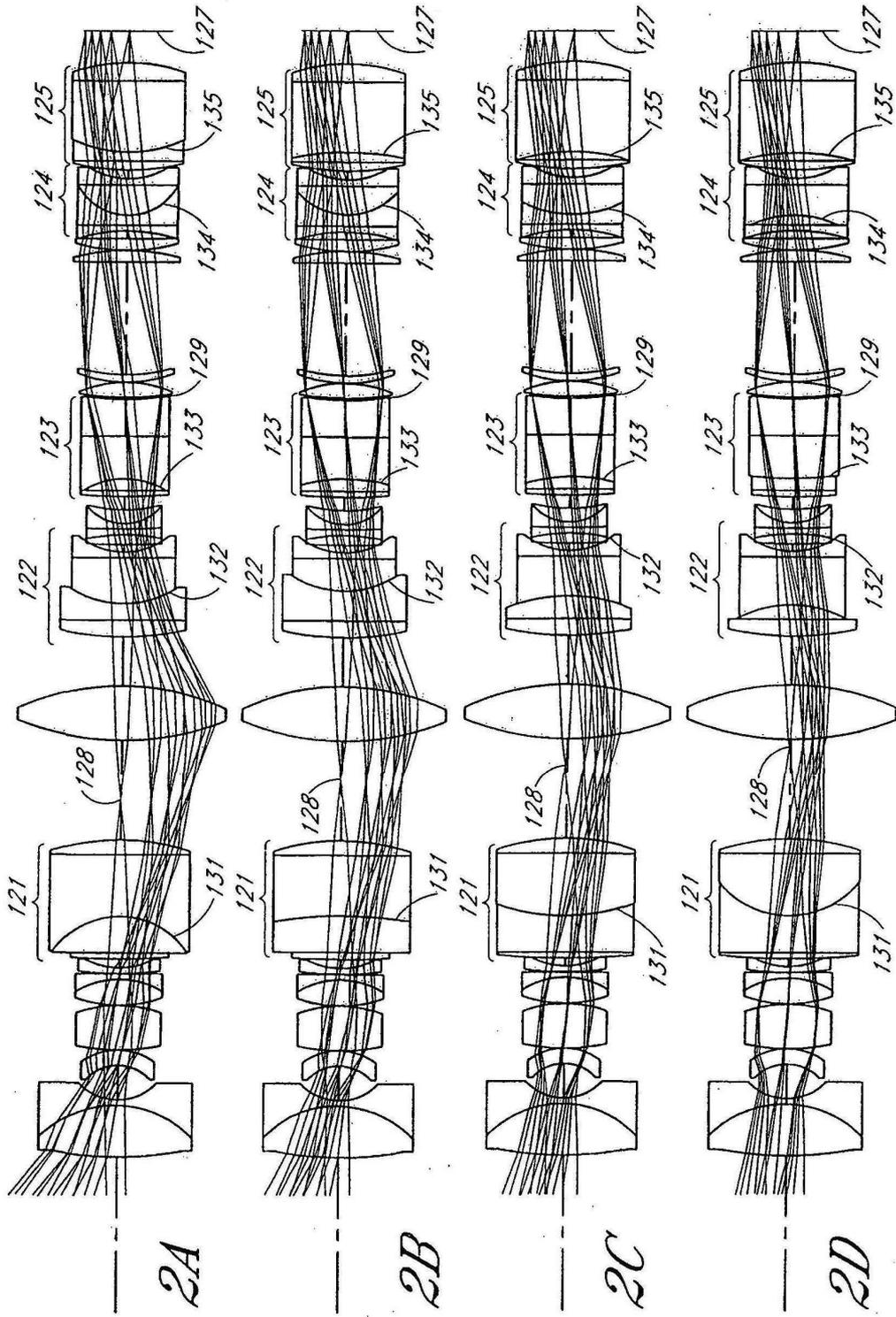
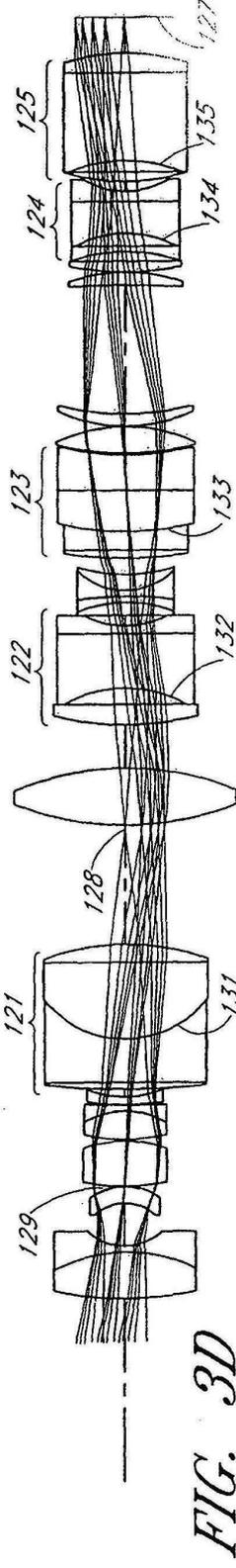
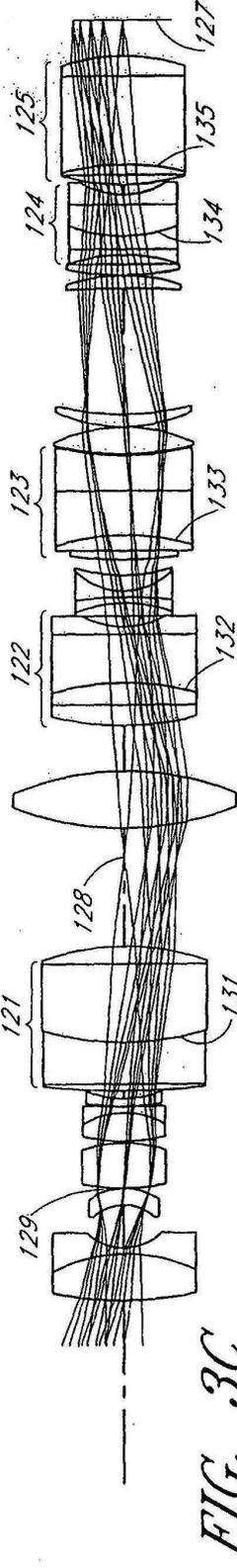
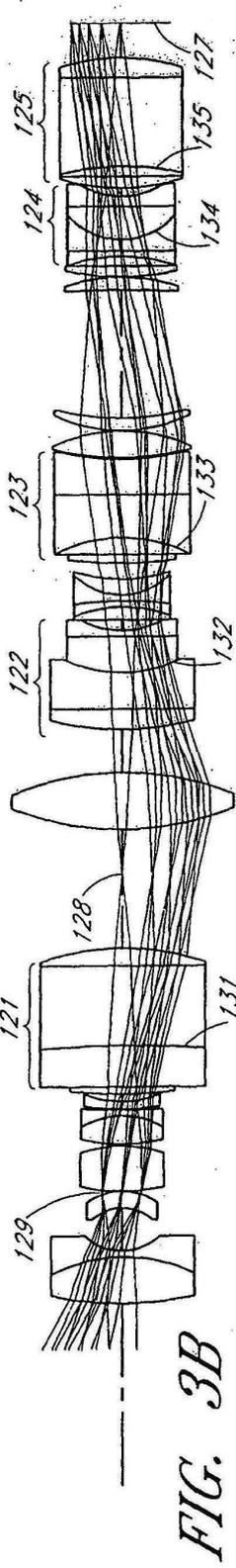
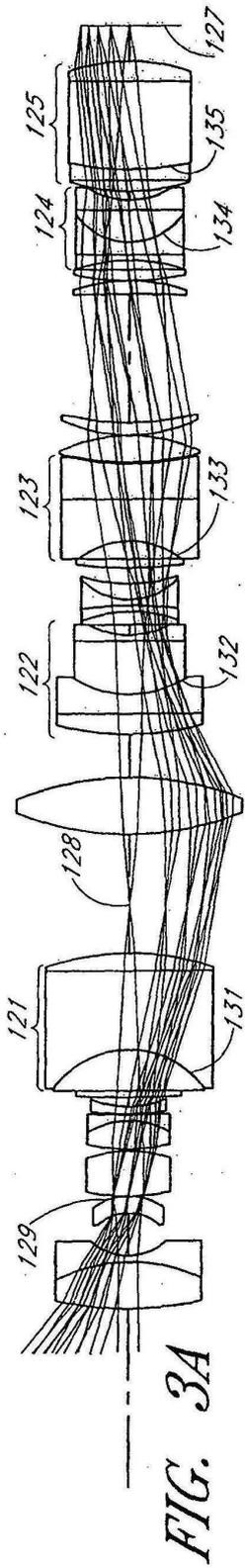


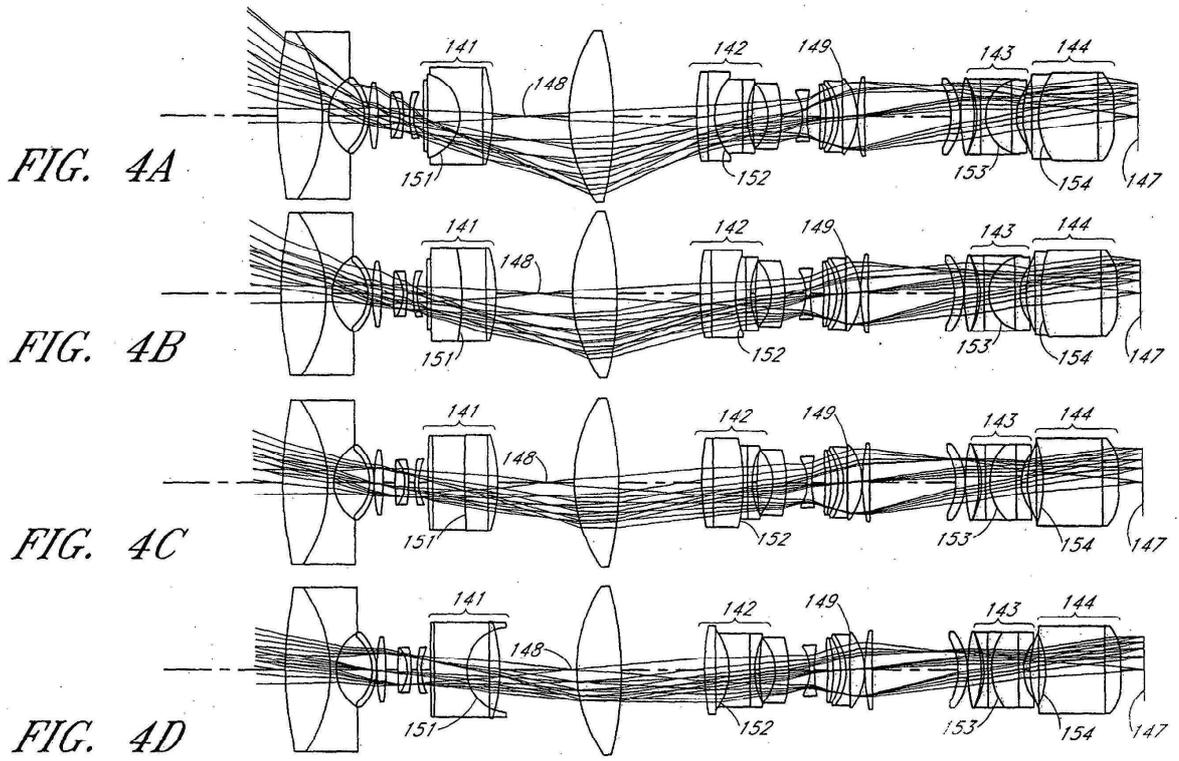
FIG. 2A

FIG. 2B

FIG. 2C

FIG. 2D





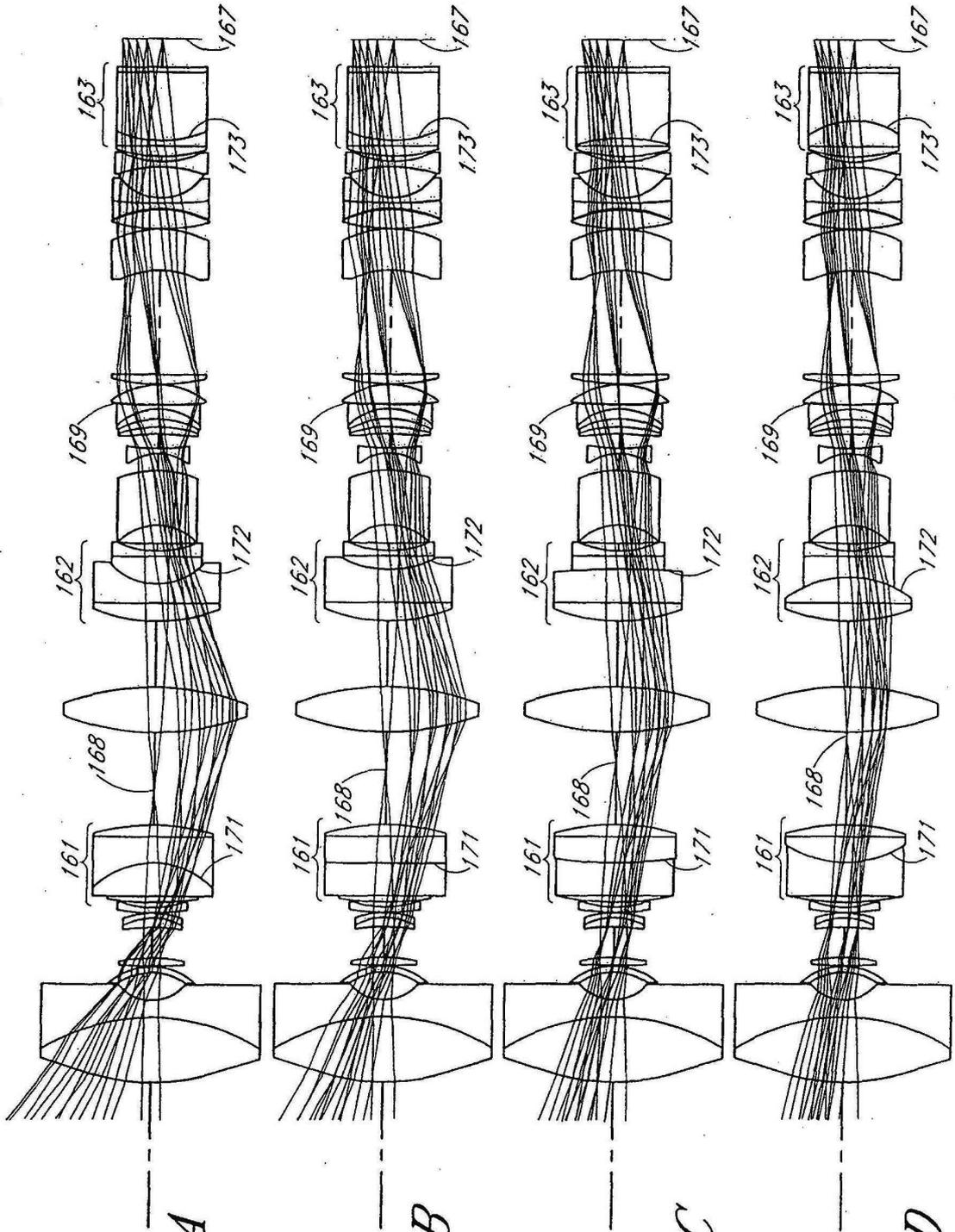


FIG. 5A

FIG. 5B

FIG. 5C

FIG. 5D

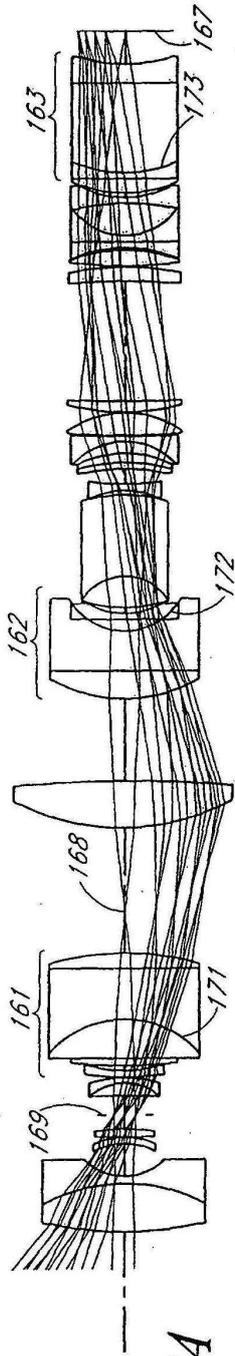


FIG. 6A

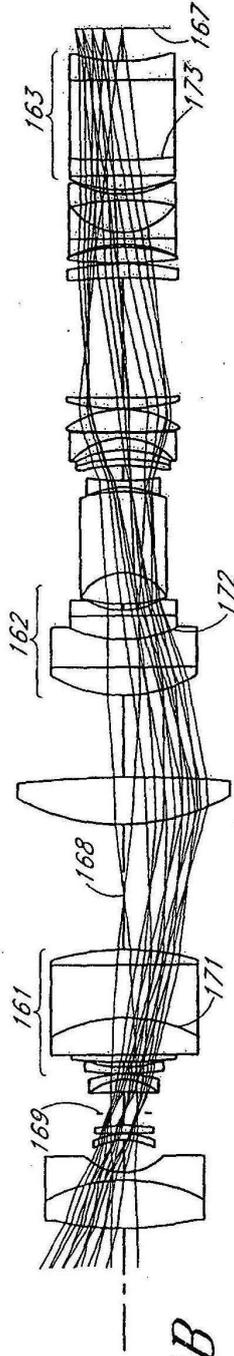


FIG. 6B

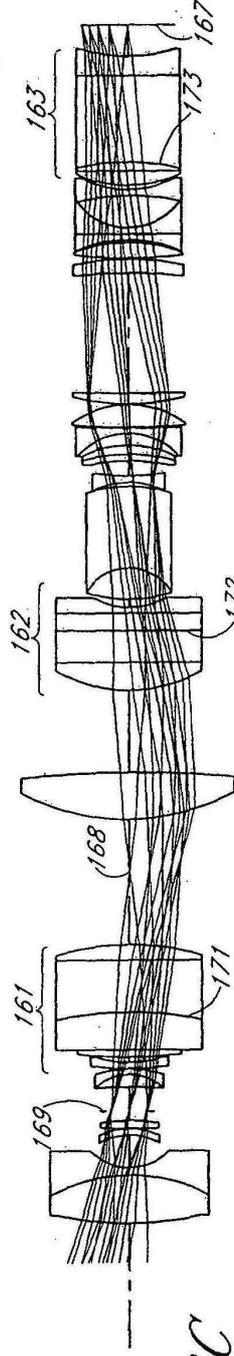


FIG. 6C

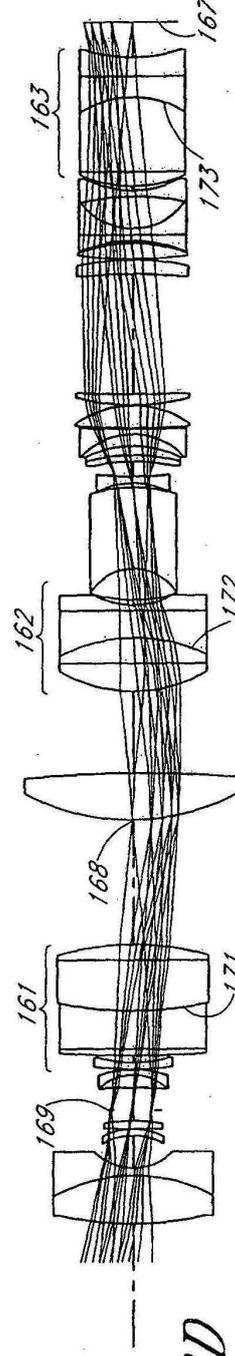


FIG. 6D

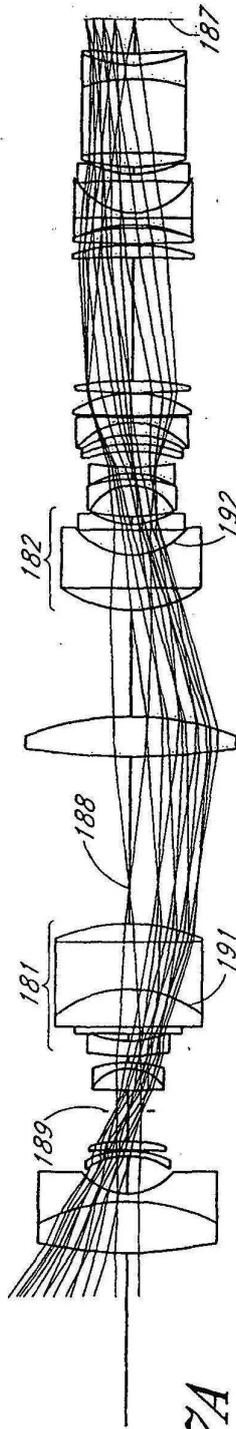


FIG. 7A

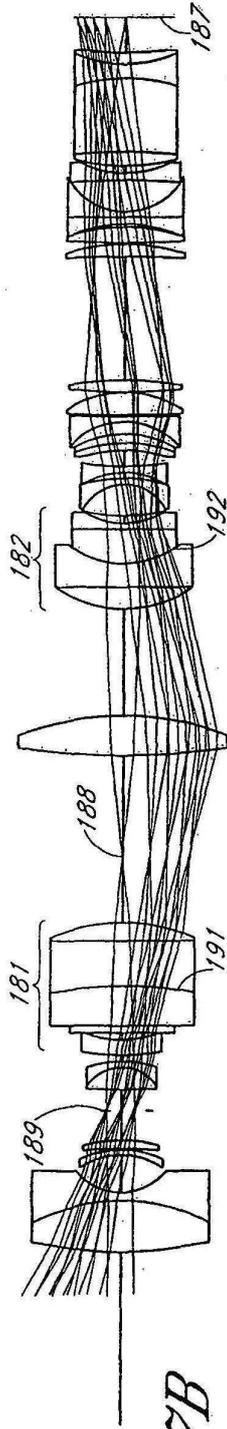


FIG. 7B

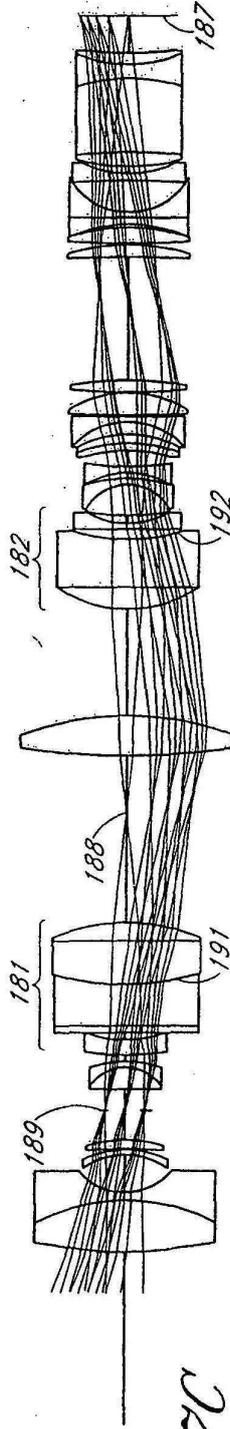


FIG. 7C

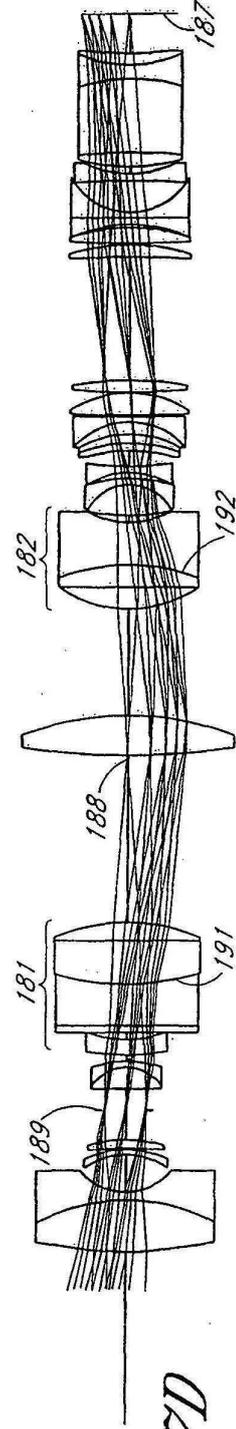


FIG. 7D

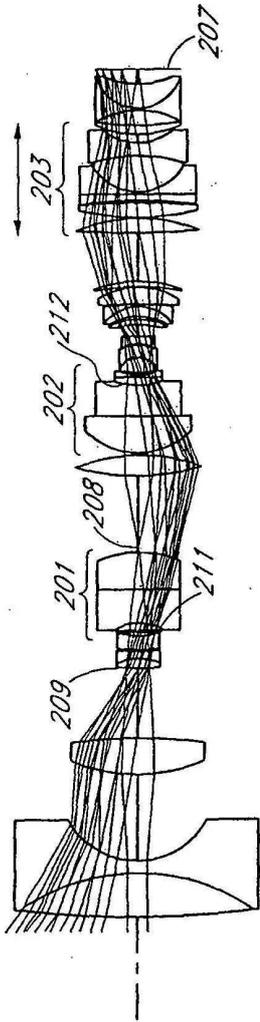


FIG. 8A

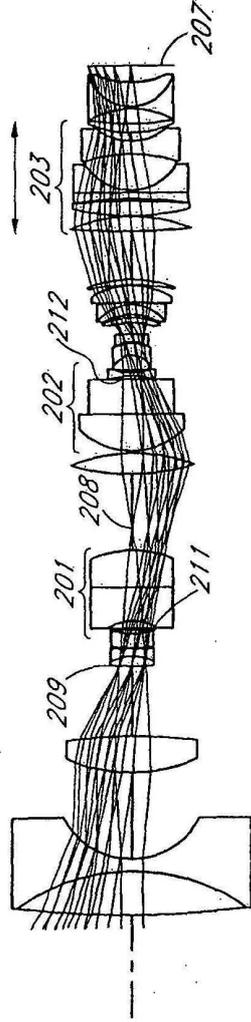


FIG. 8B

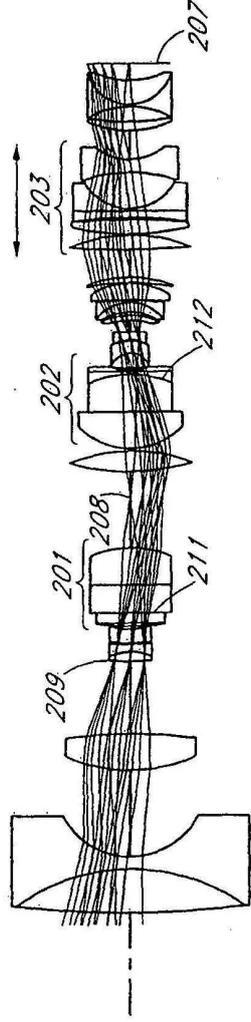


FIG. 8C

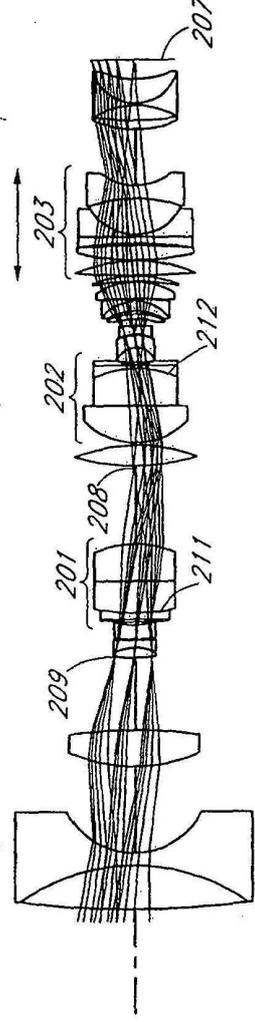
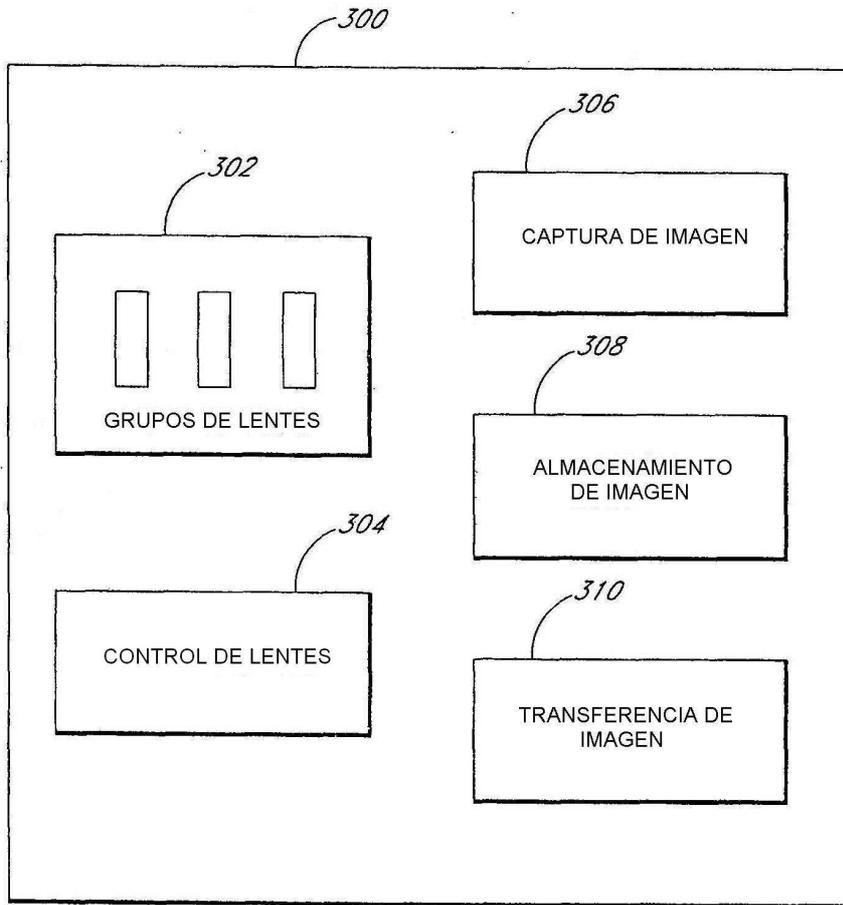


FIG. 8D



CÁMARA

FIG. 9