

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 128**

51 Int. Cl.:

G02B 13/14 (2006.01)

G02B 13/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2009** **E 09012485 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016** **EP 2175299**

54 Título: **Sistema óptico para una cámara de infrarrojos**

30 Prioridad:

08.10.2008 DE 102008050796

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

27.06.2017

73 Titular/es:

DIEHL DEFENCE GMBH & CO. KG (100.0%)
Alte Nußdorfer Strasse 13
88662 ÜBERLINGEN, DE

72 Inventor/es:

BAUMGART, JÖRG

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 620 128 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 para una cámara de infrarrojos

5 La invención se refiere a una cámara de infrarrojos con un sistema óptico con varios elementos de lente dispuestos uno detrás de otro en una trayectoria de los rayos entre una pupila de entrada y un plano de imagen, que pertenecen o bien a un primer o bien a un segundo grupo con en cada caso al menos un elemento de lente.

10 Por el documento EP 0 309 075 A2 se conoce un sistema de lente con una lente de sulfuro de zinc y una lente de seleniuro de zinc, que permite una proyección en la región del espectro de 3-5 μm y en la región del espectro de 8-12 μm en un plano de imagen común.

15 El documento EP 0 452 203 A1 se refiere a un instrumento de visión con un objetivo biespectral con una dispersión reducida en la región de infrarrojos. Para conseguir una dispersión reducida tanto en la región del espectro de 3-5 μm como en la región del espectro de 8-12 μm , se utiliza un objetivo con lentes de los materiales sulfuro de zinc, seleniuro de zinc y germanio, que permite una proyección sobre un detector con, en cada caso, una varilla de sensor para la región del espectro respectiva.

20 Las cámaras diseñadas para realizar capturas a distancia trabajan preferiblemente en la región del espectro de infrarrojo lejano en un intervalo de longitud de onda de aproximadamente 8 μm a 12 μm , porque la atmósfera presenta una buena transmisión en este intervalo. Para vigilar otros espacios, una cámara de vigilancia puede dotarse de un sistema óptico de gran ángulo que, para permitir una buena resolución térmica, de manera conveniente presenta una gran luminosidad. Cuando se vigila un espacio grande la probabilidad de que al menos a veces el sol se sitúe dentro del campo de visión es grande. La irradiación directa del sol puede ser suficiente para provocar un daño permanente del detector de la cámara. Por este motivo, puede ser necesario tomar medidas de protección adecuadas que eviten un daño como éste.

30 Puede conseguirse una atenuación de la irradiación solar o bien porque un diafragma especial, por ejemplo mecánico, proteja frente a la irradiación solar, o bien porque se aproveche un efecto óptico no lineal de materiales ópticos especiales. Esto significa en este contexto que varía una propiedad óptica del material, por ejemplo su absorción, con un aumento de la intensidad de irradiación. Para ambos procedimientos es necesaria una localización de la irradiación solar sobre el material, como se consigue en el plano de imagen de un sistema óptico. Sin embargo, en este plano de imagen se encuentra el verdadero detector. Por tanto, la atenuación de la irradiación solar directa requiere de un sistema óptico más complejo que además del verdadero plano de imagen implemente un plano de imagen intermedio. En este plano de imagen intermedio puede colocarse un elemento de atenuación.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una cámara de infrarrojos con un sistema óptico, con el que pueda conseguirse una atenuación de la irradiación solar directa de manera fiable y sencilla.

40 Este objetivo se alcanza mediante una cámara de infrarrojos con un sistema óptico según las características de la reivindicación 1. A este respecto, el primer grupo presenta exclusivamente elementos de lente de sulfuro de zinc (ZnS) y el segundo grupo exclusivamente elementos de lente de seleniuro de zinc (ZnSe). Un sistema óptico de este tipo transmite tanto en el infrarrojo cercano como en el lejano, de modo que puede utilizarse la región del espectro de infrarrojo lejano para la captura de imágenes y la región del espectro de infrarrojo cercano y con ello, con más energía, para influir en un material óptico con ayuda de un efecto óptico no lineal. El término grupo se entenderá en el presente documento en el sentido de "clase", "tipo".

50 En este caso, la invención parte del concepto de que una intensidad de irradiación del sol en el infrarrojo lejano es suficiente para dañar el detector; sin embargo, por regla general no es suficiente para desencadenar un efecto óptico no lineal, para el que son necesarias intensidades de irradiación superiores. Estas intensidades de irradiación superiores pueden implementarse por ejemplo en el infrarrojo visible o cercano. Como infrarrojo cercano se considera en este contexto una región del espectro entre 0,8 μm y 1,5 μm . Como infrarrojo medio y lejano se considera una región del espectro entre 3 μm y 5 μm o entre 8 μm y 12 μm .

55 Con un sistema óptico, que transmite tanto en el infrarrojo cercano como en el infrarrojo lejano puede implementarse una proyección del sol en el infrarrojo cercano sobre un elemento de filtro y al mismo tiempo una proyección en el infrarrojo lejano sobre un detector. Con la disposición según la invención del filtro óptico delante del detector puede sombrearse la zona del detector, sobre la que incide la irradiación solar directa, sin que se sombree toda la superficie del detector.

60 Con el uso de exclusivamente seleniuro de zinc y sulfuro de zinc como material para los elementos de lente puede compensarse en su mayor parte una aberración cromática axial del sistema óptico en el infrarrojo lejano, y en cierta medida también en el infrarrojo medio, de modo que puede producirse una focalización de un objeto al que se dirige el sistema óptico en el infrarrojo lejano en un plano de imagen uniforme y así de manera nítida sobre el detector.

65 Con ello, sin embargo, todavía no se corrige una aberración cromática axial por toda la región de infrarrojos, es

decir, del infrarrojo lejano al cercano, de modo que no es posible una captura nítida al mismo tiempo en el infrarrojo lejano y el cercano.

5 Por la aberración cromática axial una proyección del objeto en el infrarrojo cercano no se produce en el mismo plano de imagen que una proyección en el infrarrojo lejano. El sistema óptico puede ajustarse en este caso de tal modo que un plano de imagen del infrarrojo cercano se sitúe en la trayectoria de los rayos delante de un plano de imagen del infrarrojo lejano. No obstante, este plano de imagen puede utilizarse para la proyección del sol nítida y con mucha energía en el infrarrojo cercano, de modo que puede activarse un filtro de atenuación, dispuesto en este plano de imagen, y protege el detector. En este caso, no se refiere a un plano de imagen intermedio, que se sitúa en la trayectoria de los rayos delante de un plano de imagen terminal, sino a planos de imagen iguales, es decir, planos de imagen del mismo tipo, no habiendo entre los planos de imagen en el infrarrojo cercano y en el infrarrojo lejano ningún elemento de lente del sistema óptico. Convenientemente, el sistema óptico carece de imágenes intermedias, con lo que puede conseguirse un sistema óptico sencillo.

15 Mediante el ajuste de la aberración cromática axial del sistema óptico de tal modo que el plano de imagen en el infrarrojo cercano se sitúe en la trayectoria de los rayos delante del plano de imagen en el infrarrojo lejano, puede disponerse un filtro atenuante en el plano de imagen del infrarrojo cercano. Así, sobre el filtro atenuante se proyecta el sol en el infrarrojo cercano, de modo que aquí se dispone de energía suficiente para activar un filtro aprovechando un efecto óptico no lineal, de modo que se reduce su transmisión de luz en toda la región del espectro de infrarrojos.

20 Así, para la disposición en este plano de imagen del infrarrojo cercano es particularmente adecuado un filtro, cuya absorción de radiación se incrementa con un aumento de la intensidad de irradiación en el infrarrojo cercano, de modo que así, con una proyección del sol sobre el filtro, se provoque una atenuación que proteja el detector situado detrás en la trayectoria de los rayos.

25 Ventajosamente el sistema óptico está realizado de tal modo que presenta una aberración cromática axial en el infrarrojo lejano más pequeña en comparación con el infrarrojo cercano. De este modo, por un intervalo de longitud de onda mayor puede realizarse una proyección nítida sobre el detector, mientras que, por el contrario, no es necesaria una proyección del sol sobre el filtro por un intervalo de longitud de onda mayor de manera nítida y puede prescindirse de una corrección clara de la aberración cromática axial en el infrarrojo cercano.

30 Según el ajuste de la aberración cromática axial, es decir, la distancia de los planos de imagen entre sí, el filtro puede disponerse en la proximidad inmediata o con una distancia reducida con respecto al detector. Convenientemente el filtro está dispuesto cerca y delante del detector, de modo que el sol proyectado sobre el mismo en el infrarrojo cercano no es esencialmente menor que el sol proyectado sobre el mismo de manera poco nítida en el infrarrojo lejano y queda un anillo sin atenuar. La distancia del filtro atenuante con respecto al detector es convenientemente menos del 20% de la distancia paraxial del objeto del plano de imagen en el infrarrojo lejano del último elemento de lente.

40 Cuando se utilizan exclusivamente elementos de lente para el sistema óptico fabricados o bien de seleniuro de zinc o bien de sulfuro de zinc, puede garantizarse una transmisión elevada tanto en el infrarrojo cercano como en el infrarrojo lejano. Convenientemente el sistema óptico transmite desde la pupila de entrada hasta el detector tanto en el infrarrojo cercano como en el infrarrojo lejano por encima del 70%, de modo que el sistema óptico absorbe como máximo el 30% de la radiación en los dos intervalos de longitud de onda, por ejemplo a 1,2 μm en el infrarrojo cercano y 10 μm en el infrarrojo lejano. En este caso no es necesario que se dé la capacidad de transmisión óptica por todas las regiones del infrarrojo cercano y del infrarrojo lejano.

50 Para la captura de imágenes en el infrarrojo lejano, en el que la atmósfera presenta una transmisión especialmente buena, resulta especialmente ventajosa la realización del detector como detector de bolómetro. En este caso convenientemente se disponen una pluralidad de bolómetros pequeños en forma de rejilla. Los bolómetros, a diferencia de los detectores de elementos semiconductores, tienen la ventaja de que no tienen que enfriarse hasta temperaturas muy bajas. La desventaja de una sensibilidad algo menor puede compensarse mediante un sistema óptico con gran luminosidad. Un detector de bolómetro es sensible en el infrarrojo lejano, no sin embargo en el infrarrojo cercano.

55 Para garantizar una buena transmisión tanto en el infrarrojo cercano como en el lejano, el sistema óptico comprende exclusivamente elementos de lente del primer y del segundo grupo entre la pupila de entrada y el plano de imagen o los planos de imagen. Los grupos pueden presentar ambos sólo un único elemento, pudiendo relacionarse una corrección de la aberración cromática axial en el infrarrojo lejano especialmente bien con una buena calidad de proyección cuando ambos grupos presentan en cada caso al menos dos elementos de lente. Todos los elementos de lente del sistema óptico están dispuestos de manera conveniente directamente uno detrás de otro. Convenientemente el número f del sistema óptico es 1, con lo que se implementa un sistema óptico compacto.

65 Puede conseguirse una corrección de la aberración cromática axial especialmente buena en el infrarrojo lejano cuando el sistema óptico presenta más elementos de lente del segundo grupo que elementos de lente del primer grupo. Con ello puede contrarrestarse una aberración cromática axial, que se produce por la mayor dispersión de

sulfuro de zinc, mediante el mayor número de elementos de lente de seleniuro de zinc, que presenta una menor dispersión. Resultan especialmente ventajosas tres lentes de seleniuro de zinc y dos lentes de sulfuro de zinc.

5 En otra forma de realización ventajosa de la invención, los elementos de lente del primer grupo son lentes divergentes y los elementos de lente del segundo grupo lentes convergentes. Mediante el uso del material con la menor dispersión, concretamente seleniuro de zinc, para la fabricación de las lentes convergentes, con en general un efecto convergente del sistema óptico, una aberración cromática axial en el infrarrojo lejano puede mantenerse especialmente reducida.

10 Para conseguir un sistema óptico compacto con una calidad elevada de la imagen, resulta ventajoso dotar los elementos de lente de superficies esféricas. Ventajosamente las superficies esféricas se realizan sobre las lentes de sulfuro de zinc, porque este material es especialmente adecuado para un procesamiento, por ejemplo mediante torneado con diamante.

15 En caso de utilizarse en un misil resulta ventajoso que una abertura en la capa externa del misil, a través de la que se conduce la radiación al sistema óptico, sea lo más pequeña posible. Puede conseguirse una abertura de entrada pequeña cuando el sistema óptico presenta un diafragma anterior. En la disposición especialmente adecuada con diafragma anterior, en la posición de la pupila de entrada situada delante puede colocarse ventajosamente una ventana de entrada del sistema óptico. Con ello, la ventana de entrada puede integrarse de manera especialmente sencilla por ejemplo en superficies curvadas o insertarse de manera discreta en elementos estructurales.

20 Se obtienen ventajas adicionales a partir de la siguiente descripción de los dibujos. En el dibujo se representa un ejemplo de realización de la invención. El dibujo y la descripción contienen numerosas características en combinación que el experto en la técnica, de manera conveniente, también considerará individualmente y juntará para dar otras combinaciones útiles.

Muestran:

30 la figura 1, una representación esquemática de una cámara de infrarrojos con un sistema óptico biespectral y un filtro protector delante de un detector y

la figura 2, una representación de lente del sistema óptico biespectral de la figura 1.

35 La figura 1 muestra una cámara de infrarrojos 2 en una representación esquemática, que en una carcasa 4 aloja un sistema óptico biespectral 6, un filtro protector 8 y un detector 10. Una unidad de control 12 sirve para controlar la captura de imágenes por el detector 10. Además se representa una trayectoria biespectral de los rayos 14, cuyos rayos se juntan delante del sistema óptico 6 y que se divide detrás del sistema óptico 6 por una aberración cromática axial del sistema óptico 6. Los elementos individuales del sistema óptico 6 están ajustados en este caso en cuanto al tamaño, la forma y dispersión de tal modo que el espectro del infrarrojo lejano sólo presenta una aberración cromática axial muy reducida, de modo que este espectro se representa en una única trayectoria de los rayos 16. En el plano de imagen 18 de esta trayectoria de los rayos 16 se dispone el detector 10 o su superficie sensible a la radiación, de modo que por un objeto 20 al que se dirige el sistema óptico 6 se crea una proyección nítida en el infrarrojo lejano sobre el detector 10. Se ilustra otra trayectoria de los rayos 22 para el infrarrojo cercano con un plano de imagen 24, que se sitúa delante del plano de imagen 18 del infrarrojo lejano. La aberración cromática axial en la región del infrarrojo cercano no está tan bien compensada como la aberración cromática axial en el infrarrojo lejano, de modo que la trayectoria de los rayos 22 sólo se representa a modo de ejemplo para una frecuencia en el infrarrojo cercano. A otras frecuencias en el infrarrojo cercano pueden asociarse otros planos de imagen, que por ejemplo se sitúan dentro del filtro óptico 8.

50 Por la aberración cromática axial del sistema óptico biespectral 6 el objeto 20 se proyecta en el infrarrojo lejano de manera nítida sobre el detector 10 y en el infrarrojo cercano se proyecta sobre el filtro 8 o en el filtro 8. Se aplica lo mismo para el sol, cuya radiación con mucha energía en el infrarrojo cercano incide sobre o en el filtro 8 en forma de haz. Por la absorción de energía en el infrarrojo cercano aumenta la absorción de radiación del filtro 8, de modo que el filtro 8 transmite menos la radiación en el infrarrojo cercano y el lejano. La variación de la absorción de radiación del filtro 8 se produce muy rápidamente, por ejemplo en el intervalo de unos pocos 100 ms, de modo que al entrar el sol en la imagen del detector 10 la zona del sol se sombrea muy rápidamente por el filtro 8. De este modo se protege el detector 10, sin que se sombreen las demás zonas y con ello se interrumpa por completo una captura de imágenes.

60 En el esquema representado en la figura 1, por motivos de claridad, el filtro 8 está dispuesto un poco por delante del detector 10 en la trayectoria de los rayos 16, 22. De este modo, el sol se proyecta en el infrarrojo lejano de manera poco nítida y con ello, más grande sobre el filtro 8, en comparación con el infrarrojo cercano, de modo que podría quedar una zona anular, no sombreada alrededor del sol. Puede evitarse esta desventaja disponiendo el filtro 8 por ejemplo en la proximidad inmediata del detector 10, de modo que una diferencia en el tamaño de proyección del sol sobre el filtro 8 y sobre el detector 10 sea muy pequeña. En este caso, la aberración cromática axial del sistema óptico 6 está adaptada de tal modo que el filtro 8 siempre se dispone en un plano de imagen 24 de radiación en el

5 infrarrojo cercano, mientras que, por el contrario, el detector 10 se sitúa en el plano de imagen 18 del infrarrojo lejano. Por tanto, un anillo muy pequeño aun así inevitable es inofensivo en cuanto a un daño del detector 10 por una irradiación solar intensa, porque el filtro 8 transmite menos no sólo en la zona directa de la irradiación solar en el infrarrojo cercano, sino también en una zona pequeña más allá de la misma, debido a la transmisión de calor de la zona irradiada directamente en una cierta medida al interior de su entorno, que también lleva a un aumento de la absorción de radiación del filtro 8.

10 La figura 2 muestra la disposición de elementos de lente 26, 28, 30, 32, 34 del sistema óptico 6 entre una pupila de entrada 36 indicada en un diafragma anterior 38 y el plano de imagen 18. También se representa la trayectoria de los rayos 16, mientras que, por el contrario por motivos de claridad se prescinde de la representación de la trayectoria de los rayos 22. En este caso, el plano de imagen 24 sólo se situaría dentro de una zona del 20% por ciento de la distancia paraxial del objeto del plano de imagen 18 con respecto al último elemento de lente 34 del plano de imagen 18.

15 Los elementos de lente 26 - 34 están divididos en dos grupos, comprendiendo el primer grupo los elementos de lente 26 y 32, que están fabricados de sulfuro de zinc, y los demás elementos de lente 28, 30, 35 pertenecen al segundo grupo y están fabricados de seleniuro de zinc. Otros elementos de lente no están dispuestos entre la pupila de entrada 36 y el plano de imagen 18 del detector 10. El sistema óptico 6 presenta una distancia focal de 18 mm, que junto con las rejillas de bolómetros habituales para el detector 10 implementa un campo de visión de aproximadamente 60°. El número f asciende a 1.

20 La dispersión de sulfuro de zinc es positiva en el infrarrojo lejano y mayor que la dispersión de seleniuro de zinc. Mediante el uso de tres elementos de lente 28, 30, 34 de seleniuro de zinc como lentes convergentes puede conseguirse un efecto convergente del sistema óptico 6. El uso de las dos lentes divergentes de sulfuro de zinc contrarresta este efecto convergente sólo en parte. Sin embargo, mediante la mayor dispersión del sulfuro de zinc puede compensarse en gran parte la aberración cromática axial en el infrarrojo lejano. En este caso la elección de la geometría de los elementos de lente 26 - 34 es tal que se compensa en su mayor parte la aberración cromática axial en el infrarrojo lejano, mientras que, por el contrario no se compensa la aberración cromática axial en la región del infrarrojo cercano, de modo que el filtro 8 puede disponerse delante del detector 10 y la radiación con mucha energía del infrarrojo cercano se focaliza sobre el filtro 8 y no sobre el detector 10. La aberración cromática axial lleva a que el plano de imagen 24 se desplace hacia el espacio del objeto con longitudes de onda más cortas.

25 Una ventaja especial de este concepto de sistema óptico es la pupila de entrada 36 situada delante. En su posición podría colocarse ventajosamente una ventana de entrada. Con un diámetro libre de por ejemplo sólo 18 mm esta ventana es muy pequeña y puede integrarse fácilmente en una superficie curvada o disponerse de manera discreta en elementos estructurales.

30 El sistema óptico 6 presenta dos superficies esféricas, concretamente en las superficies B e I. Ambas son cóncavas y se introducen en el material del sulfuro de zinc, porque este material es más adecuado para un procesamiento, por ejemplo mediante torneado con diamante, que el seleniuro de zinc. Los datos de diseño detallados pueden obtenerse de la tabla siguiente, definiéndose los de las superficies esféricas según las formas siguientes:

$$z = \frac{cv r^2}{1 + \sqrt{1 - cv (cc + 1) r^2}} + adr^4 + aer^6 + afr^8 + agr^{10}$$

45 r designa a este respecto el radio, cv la curvatura y cc la constante cónica. En el caso de ad, ae, af, ag se trata de coeficientes de asfericidad.

50 La calidad de proyección del sistema óptico 6 es buena y sólo disminuye ligeramente hacia los bordes de la imagen en la función de transferencia de modulación. Mediante el diseño prácticamente simétrico la distorsión asciende a menos del 12% por ciento. Ésta puede disminuirse adicionalmente a expensas de la calidad de proyección.

Datos de diseño del sistema óptico 6 y de sus elementos de lente 28 - 34:

SRF	Radio	Espesor	Radio de apertura	Cristal
Objeto	--	1.0148e+21	5.8588e+20	Aire
AST	--	8.810591	9.000001 A	Aire
B	-31.977992	10.000000	13.000000	ZnS
C	-50.763584	3.000000	19.000000	Aire

ES 2 620 128 T3

SRF	Radio	Espesor	Radio de apertura	Cristal
D	-306.428056	12.000000	25.000000	ZnSe
E	-45.253527	0.100000	25.000000	Aire
F	28.652465	12.000000	25.000000	ZnSe
G	87.642612	0.100000	25.000000	Aire
H	87.642612	3.000000	25.000000	ZnS
I	16.433625	5.000000	15.000000	Aire
J	27.062921	10.000000	15.000000	ZnSe
K	74.917063	0.388909	13.614740	Aire
L	--	5.000000	13.384560	Aire
IMS	--	--	10.425259	

Datos esféricos polinomiales y cónicos

SRF	CC	AD	AE	AF	AG
2	--	-1.2824e-05	-7.3959e-08	4.9263e-10	-2.1724e-12
9	--	-6.5913e-06	-5.3264e-08	3.2725e-10	-9.9062e-13

5

Lista de números de referencia

2	cámara de infrarrojos
10 4	carcasa
6	sistema óptico
15 8	filtro
10	detector
12	unidad de control
20 14	trayectoria de los rayos
16	trayectoria de los rayos
25 18	plano de imagen
20	objeto
22	trayectoria de los rayos
30 24	plano de imagen
26	elemento de lente
28	elemento de lente
35 30	elemento de lente
32	elemento de lente

ES 2 620 128 T3

34	elemento de lente
36	pupila de entrada
5 38	diafragma anterior

REIVINDICACIONES

1. Cámara de infrarrojos (2) con
- 5 - un sistema óptico (6) con elementos de lente (26, 28, 30, 32, 34) dispuestos uno detrás de otro en una trayectoria de los rayos (16, 22) entre una pupila de entrada (36) y un plano de imagen (18, 24), que pertenecen o bien a un primer o bien a un segundo grupo de materiales con en cada caso al menos un elemento de lente (26, 28, 30, 32, 34), en la que el primer grupo de materiales presenta exclusivamente elementos de lente (26, 32) de sulfuro de zinc (ZnS) y el segundo grupo de materiales exclusivamente elementos de lente (28, 30, 34) de seleniuro de zinc (ZnSe),
- 10 - un detector (10) y
- un filtro (8), que está dispuesto entre el detector (10) y el sistema óptico (6),
- 15 en la que el sistema óptico (6) presenta una aberración cromática axial y el filtro (8) está dispuesto en un plano de imagen (24) de radiación con una longitud de onda más corta que la radiación para la que es sensible el detector (10),
- 20 en la que la longitud de onda de la radiación de longitud de onda más corta se sitúa en el infrarrojo cercano y el detector (10) es sensible en el infrarrojo lejano, y
- en la que el filtro (8) presenta una absorción de radiación en el infrarrojo lejano, que se incrementa con un aumento de la radiación en el infrarrojo lejano.
- 25 2. Cámara de infrarrojos (2) según la reivindicación 1, en la que el sistema óptico (6) presenta una aberración cromática axial mayor en el infrarrojo cercano que en el infrarrojo lejano.
- 30 3. Cámara de infrarrojos (2) según la reivindicación 1 o 2, en la que una aberración cromática axial del sistema óptico (6) está ajustada de tal modo que un plano de imagen (24) del infrarrojo cercano se sitúa en la trayectoria de los rayos (16, 22) delante de un plano de imagen (18) del infrarrojo lejano.
4. Cámara de infrarrojos (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el segundo grupo de materiales presenta más elementos de lente (28, 30, 34) que el primer grupo de materiales.
- 35 5. Cámara de infrarrojos (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los elementos de lente (26, 32) del primer grupo de materiales son lentes divergentes y los elementos de lente (28, 30, 34) del segundo grupo de materiales lentes convergentes.
- 40 6. Cámara de infrarrojos (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que dos elementos de lente (26, 32) del primer grupo de materiales están dotados en cada caso de una superficie esférica.
7. Cámara de infrarrojos (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el número f del sistema óptico (6) asciende a 1.
- 45 8. Cámara de infrarrojos (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el sistema óptico (6) está configurado como sistema óptico de diafragma anterior.
- 50 9. Cámara de infrarrojos (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el detector (10) es un detector de bolómetro.

Fig. 1

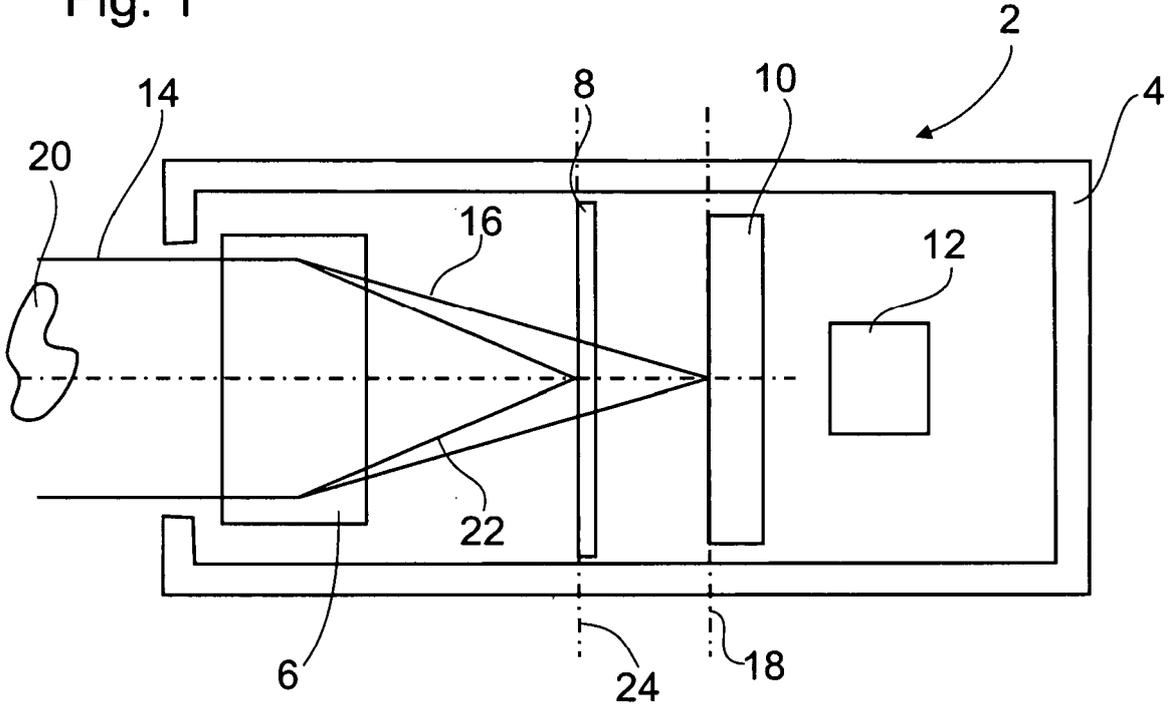


Fig. 2

