

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 455**

51 Int. Cl.:

<b>B60R 11/04</b>	(2006.01)
<b>G02B 7/00</b>	(2006.01)
<b>G02B 27/62</b>	(2006.01)
<b>G02B 7/04</b>	(2006.01)
<b>G02B 27/00</b>	(2006.01)
<b>G02B 7/02</b>	(2006.01)
<b>G02B 13/00</b>	(2006.01)
<b>H01L 27/146</b>	(2006.01)
<b>H04N 5/225</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2010 PCT/US2010/028621**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.09.2010 WO10111465**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2010 E 10756831 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2411856**

54 Título: **Montaje de cámara y lente vehicular**

30 Prioridad:

**25.03.2009 US 163240 P**  
**10.08.2009 US 232544 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.12.2018**

73 Titular/es:

**MAGNA ELECTRONICS INC. (100.0%)**  
**10410 North Holly Road**  
**Holly, MI 48442-9332, US**

72 Inventor/es:

**LU, YUESHENG;**  
**BYRNE, STEVEN V.;**  
**SESTI, MATTHEW C.;**  
**GIBSON, JOEL S. y**  
**DEVOTA, ROBERT A.**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 693 455 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

Montaje de cámara y lente vehicular.

## 5 Campo de la invención

La invención se refiere a cámaras vehiculares, y más particularmente, a la construcción y montaje de bajo coste de dichas cámaras.

## 10 Antecedentes de la invención

Las cámaras vehiculares se utilizan para una variedad de propósitos, como ayudar al conductor a evitar los obstáculos detrás de un vehículo cuando da marcha atrás, y para detectar colisiones inminentes delante del vehículo cuando conduce hacia adelante. Una cámara vehicular incluye una lente que enfoca la entrada de vídeo en un sensor de imagen proporcionado en un generador de imágenes. En general, la posición de la lente en relación al sensor de imagen puede afectar la calidad de la entrada de vídeo recibida por el sensor de imagen. Por ejemplo, si la lente está colocada de forma que la entrada de vídeo no está enfocada, entonces la información de vídeo que se transmite al conductor puede ser borrosa, y otros sistemas vehiculares, como un sistema de detección de colisiones, por ejemplo, pueden no funcionar tan bien como podrían. A medida que se reduce el tamaño de la cámara, el posicionamiento de la lente con respecto al sensor de imagen puede ser relativamente más crítico, al menos porque pequeñas variaciones en la posición pueden resultar en cambios relativamente grandes en el desplazamiento angular. Por lo tanto, la posición de la lente en relación con el sensor de imagen puede ser particularmente crítica para las cámaras de vista trasera vehicular. Además, es importante que la cámara sea capaz de mantener la lente en posición durante un período de tiempo seleccionado en ciertas condiciones de funcionamiento, de modo que el rendimiento de la cámara se mantenga durante una vida útil.

Varios aspectos de la cámara pueden contribuir a la tolerancia general en la posición de la lente en relación con el sensor de imagen. Por ejemplo, para lentes y soportes de lentes que están roscados, la conexión roscada entre ellos tiene una tolerancia asociada. El ángulo de emisión del soporte de la lente tiene una tolerancia asociada. La posición del generador de imágenes tiene una tolerancia asociada. La patente US2009010494 describe un conjunto de sensor de imagen vehicular que tiene una estructura de lente que está unida a una carcasa utilizando un adhesivo ópticamente transparente curable con UV que está dispuesto entre la estructura de la lente y la carcasa, con la carcasa entre el adhesivo y el sensor de imagen.

La patente EP1351316 describe un dispositivo de captación de imágenes no vehicular que tiene una placa base equipada con un sensor de imagen y un miembro de marco exterior que está pegado en la placa base de acuerdo con aspectos del preámbulo de la presente reivindicación 1.

Se desea proporcionar un conjunto de cámara más integrado y de menor coste con medios para colocar la lente en relación con el generador de imágenes dentro de la tolerancia.

## Resumen de la invención

En un aspecto, la invención se dirige a una cámara vehicular que tiene una lente que está montada en un soporte de lente y se mantiene en posición mediante un adhesivo seleccionado. El adhesivo es capaz de curarse inicialmente de forma relativamente rápida mediante la exposición a la luz UV para soportar la lente en relación con el soporte de la lente. El adhesivo también es capaz de curarse mediante la exposición a una condición de curado secundario, como la exposición al calor, para lograr una resistencia completamente curada, que puede tardar un período de tiempo relativamente mayor, como minutos u horas. Al proporcionar un adhesivo que inicialmente se puede curar rápidamente, pero que alcanza una resistencia seleccionada completamente curada y características de rendimiento seleccionadas, la cámara se presta para que la lente sea colocada por un robot y después el adhesivo se cure rápidamente para fijar la posición de la lente de manera que la cámara se puede transferir desde el robot a un accesorio de curado para la exposición a la condición de curado secundario para curar completamente el adhesivo. Por lo tanto, el robot, que puede ser un componente relativamente caro de un sistema usado para fabricar la cámara, se puede usar para ajustar la lente de otra cámara, que después se puede transferir a otro accesorio de curado.

En una realización particular, la invención se dirige a una cámara vehicular que incluye una lente, un soporte de lente y una impresora de imágenes. La lente está conectada al soporte de la lente por un adhesivo. El adhesivo es curable con luz UV lo suficiente para soportar la lente en el soporte de la lente. El adhesivo es además curable a una resistencia completamente curada cuando se expone a una etapa de curado secundaria. El adhesivo está configurado para proporcionar al menos una fuerza de unión seleccionada entre la lente y el soporte de la lente cuando se expone a al menos una condición de funcionamiento seleccionada durante un período de tiempo seleccionado. El generador de imágenes incluye un sensor de imagen colocado para recibir la entrada de vídeo de

la lente. La cámara está configurada para transmitir al menos a otra señal de dispositivo vehicular relacionada con la entrada de vídeo recibida por el generador de imágenes. En una realización particular adicional, el adhesivo puede denominarse como adhesivo AD VE 43812 por Delo Industrial Adhesives de Windach, Alemania.

5 En otro aspecto, se proporciona una cámara vehicular que incluye una primera carcasa de cámara que tiene una parte del cilindro integrada para sujetar componentes ópticos; componentes ópticos montados en la parte del cilindro para formar una lente; una tapa de retención montada en la parte del cilindro para contener y colocar verticalmente los componentes ópticos en la parte del cilindro; circuitos de imágenes que incluyen un sensor de imágenes colocado para recibir imágenes ópticas de la lente; y una segunda carcasa de la cámara, conectada a la primera carcasa de la cámara para cubrir los circuitos de imágenes.

10 En otro aspecto, se proporciona una cámara vehicular que incluye una lente que incluye un cilindro de lente que contiene componentes ópticos en su interior; un generador de imágenes para recibir imágenes de la lente; y una carcasa que recubre el generador de imágenes y una parte del cilindro de la lente. El cilindro de la lente incluye una función para guiar y asentar una periferia del cilindro de la lente sobre la superficie del generador de imágenes. Se proporcionan medios como adhesivo o pasadores de retención soldables para asegurar el cilindro de la lente al generador de imágenes. Y se proporcionan medios para garantizar el enfoque entre la lente y el generador de imágenes. El cilindro de la lente también se puede integrar con al menos una parte de la carcasa.

15 En otro aspecto, se proporciona una cámara vehicular que incluye una lente que incluye un cilindro de la lente que contiene componentes ópticos en su interior; un generador de imágenes para recibir imágenes de la lente; una placa de circuito impreso (PCB) para montar la impresora de imágenes; un soporte de lente para montar el cilindro de lente, el soporte de lente incluye una característica para guiar el cilindro de lente transversalmente con respecto al generador de imágenes; tornillos de fijación para el montaje de la PCB en el soporte de la lente; y medios como juntas de compresión, arandelas onduladas o arandela de seguridad en combinación con los tornillos de fijación para mantener la posición axial de la PCB y la cámara de imágenes en relación con la lente.

20 En otro aspecto, se proporciona una cámara vehicular que incluye una primera carcasa de cámara que tiene una parte del cilindro integrada para sujetar componentes ópticos; componentes ópticos montados en la parte del cilindro para formar una lente; un generador de imágenes para recibir imágenes de la lente; una placa de circuito impreso (PCB) para montar el generador de imágenes; y una segunda carcasa de la cámara donde se monta la PCB, donde la primera y la segunda carcasa de la cámara en combinación encierran la impresora de imágenes y la PCB. La primera y la segunda carcasa de la cámara se aseguran a través de un adhesivo curado con UV que se cura con luz UV solo después de que la posición de la segunda carcasa de la cámara con respecto a la primera carcasa de la cámara se ajuste para enfocar la lente y se alinee ópticamente con la cámara.

25 En otro aspecto, se proporciona una cámara vehicular que incluye una carcasa de cámara que tiene una parte del cilindro integrada para sujetar componentes ópticos; componentes ópticos montados en la parte del cilindro para formar una lente; un generador de imágenes para recibir imágenes de la lente; una placa de circuito impreso (PCB) para montar la impresora del generador de imágenes. La PCB se fija a la carcasa de la cámara mediante un adhesivo curado con UV que se cura solo después de que la posición de la PCB con respecto a la carcasa se ajuste para enfocar la lente y alinearla ópticamente con el generador de imágenes.

30 En otro aspecto, se proporciona una cámara vehicular que incluye una lente que incluye un cilindro de lente que contiene componentes ópticos en su interior; un generador de imágenes para recibir imágenes de la lente; y una placa de circuito impreso (PCB) para montar el generador de imágenes. El cilindro de la lente se sujeta directamente al generador de imágenes mediante un adhesivo transparente curado con UV que fija el cilindro de la lente en al menos uno de los generadores de imágenes y la PCB. El adhesivo se cura solo después de que la posición del cilindro de la lente en relación con el generador de imágenes se haya ajustado para enfocar la lente y alinearla ópticamente con la cámara.

35 En otro aspecto, se proporciona un sistema mejorado de cámara vehicular donde la resolución de la lente se selecciona para cumplir pero no exceder sustancialmente una resolución determinada por el tamaño de una pantalla, la distancia entre un observador y la pantalla, un punto seleccionado en una función de sensibilidad de contraste, y el tamaño de una superficie de detección del generador de imágenes.

40 En otro aspecto, se proporciona un sistema mejorado de cámara vehicular donde la lente omite lentes acromáticas y emplea corrección cromática digital basada en una medición predeterminada de aberración cromática.

#### Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo solo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

55 La fig. 1 es una vista en perspectiva despiezada de una cámara vehicular según una primera realización de la invención donde un cilindro de lente está asegurado adhesivamente a un soporte de lente a través de un adhesivo curable con UV;

60 La fig. 2 es una vista lateral recortada de la cámara vehicular mostrada en la fig. 1, en un estado montado;

La fig. 3 es una vista esquemática en sección transversal de una variante de la primera realización;

La fig. 4 es una vista en sección transversal de una lente de la técnica anterior;

5

La fig. 5 es una vista esquemática en sección transversal de una segunda realización de la invención donde un cilindro de lente está integrado con un soporte de lente de cámara;

La fig. 6 es una vista esquemática en sección transversal de una tercera realización de la invención donde se suelta un cilindro de lente sobre una superficie de un generador de imágenes;

10

La fig.6A es una vista detallada de una parte de la fig. 6;

La fig. 7 es una vista esquemática en sección transversal de una variante de la tercera realización;

15

La fig. 8 es una vista en detalle en sección transversal de la tercera realización;

La fig. 9 es una vista esquemática en sección transversal de una cuarta realización de la invención donde una lente se enfoca mediante tornillos de montaje de la PCB;

20

La fig. 10 es una vista esquemática en sección transversal de la cuarta realización que incluye una carcasa trasera;

La fig. 11 es una vista esquemática en sección transversal de una quinta realización de la invención donde una lente se enfoca mediante el posicionamiento selectivo de las carcasas frontal y posterior de la cámara;

25

La fig. 12 es una vista esquemática en sección transversal de una variante de la quinta realización;

La fig. 13 es una vista esquemática en sección transversal de una variante de la quinta realización, donde una PCB se coloca selectivamente;

30

La fig. 14 es una vista esquemática en sección transversal de una sexta realización de la invención donde una lente se enfoca uniendo directamente una lente a un generador de imágenes a través de un adhesivo transparente;

La fig. 15 es un gráfico de una función de sensibilidad de contraste; y

35

La fig. 16 es una gráfica de un ejemplo de aberración cromática de la lente.

Descripción detallada de la invención

40 Forma de realización 1: uso de adhesivo curable con UV para montar la lente en el soporte

La fig. 1 muestra una vista despiezada de una cámara vehicular 10 según una primera realización de la invención. La cámara vehicular 10 incluye un generador de imágenes 20, un soporte de lente como una carcasa de cámara frontal 14 y una lente 16. La cámara vehicular 10 puede incluir otros componentes como circuitos adicionales para procesar la entrada de vídeo recibida por el generador de imágenes 20, por ejemplo, circuitos para proporcionar superposición gráfica a la entrada de vídeo. La cámara vehicular 10 también puede configurarse para transmitir la entrada de vídeo a otros dispositivos vehiculares, como un controlador de pantalla (no mostrado) para una pantalla montada en cabina (no mostrada).

45

El generador de imágenes 20 puede ser un dispositivo de carga acoplada (CCD) o un sensor semiconductor complementario de óxido de metal (CMOS). Con referencia adicional a la fig. 2, el generador de imágenes 20 está montado en una placa de circuito impreso (PCB) 12. El generador de imágenes 20 está posicionado para recibir imágenes ópticas de la lente 16. En la realización ejemplar mostrada en la fig. 1, el generador de imágenes 20 está conectado al soporte de lentes 14 por una pluralidad de sujetadores roscados 22.

50

La lente 16 está montada en el soporte de la lente/carcasa de la cámara frontal 14 en una posición seleccionada para enfocar la entrada de vídeo en la superficie de detección del generador de imágenes 20. La lente 16 puede ser cualquier tipo adecuado de lente conocido en la técnica. La lente 16 puede tener una superficie exterior 24 que está configurada para recibirse en una abertura cilíndrica 26 que tiene una pared de abertura 28 en el soporte de lente/carcasa de cámara frontal 14. La superficie exterior 24 y la pared de abertura 28 pueden tener una cantidad seleccionada de espacio entre ellas, mostradas por un espacio G. Se proporciona un adhesivo 30 para sostener la lente 12 en una posición específica con respecto al soporte de lente/carcasa de cámara frontal 14. Más

55

60

particularmente, el adhesivo 30 se puede aplicar entre una primera cara axial 32 en el soporte de lente/carcasa de cámara frontal 14, y una segunda cara axial 34 en la lente 16.

La posición de la lente 16 con respecto al generador de imágenes 20 afecta el grado de enfoque presente en las imágenes ópticas recibidas por el generador de imágenes 20 y, por lo tanto, el rendimiento de la cámara 10 y la

5 alineación óptica de la imagen óptica en el generador de imágenes.

Para controlar la posición de la lente 16, se puede proporcionar un sistema de posicionamiento (no mostrado) que incluya un robot (no mostrado). El robot mantiene y ajusta la posición de la lente 16 en relación con el soporte de la lente/carcasa de la cámara frontal 14 hasta que un objeto objetivo aparece en el enfoque adecuado y en una

10 posición adecuada en el generador de imágenes 20, antes de que se endurezca el adhesivo 30. El ajuste de la lente 16 en relación con el soporte de la lente/carcasa de la cámara frontal 14 se facilita proporcionando la cantidad seleccionada de espacio entre la superficie exterior 24 de la lente 16 y la pared de abertura 28 del soporte de la lente/carcasa de la cámara frontal 14. Además, el grosor de la capa de adhesivo 30 entre la lente 16 y el soporte de lente/carcasa de cámara frontal 14 puede seleccionarse para proporcionar una cantidad adecuada de ajuste angular relativo entre la lente 16 y el soporte de lente 14/carcasa de cámara frontal. El grosor de la capa de adhesivo puede

15 ser de aproximadamente 0,75 mm antes del ajuste de la lente 16.

Una vez que el robot ha colocado adecuadamente la lente 16, el adhesivo 30 se cura inicialmente por exposición a la luz UV, mientras que el robot mantiene la lente 16 en posición. La luz UV puede proporcionarse a partir de una pluralidad de fuentes UV sobre la periferia de la cámara 10. El curado inicial del adhesivo 30 puede hacer que el adhesivo sea lo suficientemente fuerte como para sostener la lente 16 en el soporte de la lente/carcasa de la cámara

20 frontal 14 sin necesidad de que el robot sujete la lente 16, y puede tardar menos de 7 segundos. Sin embargo, la lente 16 puede ser susceptible de movimiento si se incurre en una perturbación relativamente pequeña en esta etapa. Después del curado inicial, el robot puede colocar la cámara 10 de manera relativamente suave en un transportador (no se muestra) y trasladarlo a una estación de curado con UV (no se muestra) durante un período adicional de curado con UV, como por ejemplo, 25 segundos. Opcionalmente, se puede proporcionar otra estación

25 de curado UV (no mostrada) para curar aún más el adhesivo 30 durante otro período, como 25 segundos, después de que la cámara 10 abandone la primera estación de curado con UV. Después del curado con UV, la cámara 10 puede transferirse a otra estación de curado donde el adhesivo 30 puede curarse térmicamente, o puede curarse por exposición a alguna otra condición de curado secundario, para lograr su resistencia completamente curada de modo que pueda sostener la lente 16 en posición durante el uso en un vehículo. El paso de curar inicialmente el adhesivo

30 usando luz UV puede ser relativamente instantáneo. Este paso de curado térmico del adhesivo puede durar varios minutos u horas. Como medida de curado adicional o alternativa, el adhesivo 30 puede curarse mediante humedad.

Proporcionar un adhesivo 30 que tenga una curabilidad inicial por luz UV es ventajoso porque no se necesita que el robot mantenga la lente 16 en posición durante el período de tiempo que tardaría la condición de curado secundario

35 en endurecer suficientemente el adhesivo 30 independiente. Una vez que la cámara 10 se transfiere del robot al accesorio de curado, se puede usar para colocar otra lente 16 en otro soporte de lente 14/carcasa de cámara frontal. Debido a que la tarea de posicionar la lente 16 y curar inicialmente el adhesivo 30 usando luz UV puede llevar menos tiempo que la curación térmica total del adhesivo 30, un solo robot puede alimentar las cámaras 10 con lentes curadas inicialmente a una pluralidad de accesorios de curado, proporcionando así la capacidad de lograr una

40 tasa de producción relativamente alta por robot. Una vez que esté completamente curado, el adhesivo 30 puede ser capaz de mantener la lente 16 en posición con al menos una fuerza de unión seleccionada entre la lente 16 y el soporte de lente/carcasa de cámara frontal 14 bajo una o más condiciones de operación seleccionadas. Por ejemplo, el adhesivo 30 puede ser capaz de mantener la lente 16 en posición después de un período de tiempo seleccionado de 1000 horas de exposición a una temperatura

45 seleccionada de 85 grados Celsius y, opcionalmente, una humedad de aproximadamente el 85 %. Cualquiera de los valores seleccionados mencionados anteriormente puede seleccionarse para adaptarse al entorno particular que se espera que la cámara 10 experimente durante el uso. El período de tiempo seleccionado puede ser, por ejemplo, otro período de tiempo, como aproximadamente 1200 horas. El adhesivo seleccionado 30 puede además ser capaz de mantener la lente 16 en posición después de un período de tiempo seleccionado expuesto a una temperatura

50 seleccionada de -40 grados Celsius. El adhesivo 30 completamente curado puede tener otras características de rendimiento que incluyen: mantener al menos el 70 % de su resistencia (por ejemplo, resistencia a la tracción) durante la exposición a temperaturas que van desde -40 grados Celsius a 95 grados Celsius, con una resistencia a la tracción de al menos 1000 psi, tiene un valor de dureza Shore D de al menos 50, tiene una viscosidad de entre aproximadamente 30000 y 70000 centipoises, no es higroscópico (de modo que no se hincha significativamente

55 cuando se expone a la humedad), tiene una profundidad de curado de al menos 3 mm, tiene la capacidad de unirse a Polibutileno Tereftalato/Policarbonato y/o Polifenileno Sulfuro y/o polímero de cristal líquido y/o aluminio anodizado, que tiene una resistencia al cizallamiento de enlace de al menos 1000 psi con menos de un 60 % de reducción en su resistencia al cizallamiento de enlace a 85 grados Celsius, poco o nada de desgasificación, que son capaces de soportar la exposición a la niebla salina, que son capaces de soportar los químicos típicos de los

60 automóviles, como la gasolina y los productos de limpieza para automóviles, que tiene una temperatura de transición

vítrea que sea al menos de 90 grados Celsius y sea de "grado automotriz" (es decir, que sea generalmente aplicable para uso en un vehículo).

El propio robot puede aplicar el adhesivo 30 antes del ajuste de la lente 16 en relación con el soporte de la lente/carcasa de la cámara frontal 14. Alternativamente, el adhesivo 30 puede aplicarse mediante algún otro dispositivo antes de (o durante) la posesión de la cámara 10 por el robot.

Además de fijar la posición de la lente 16 en relación con el soporte de la lente/carcasa de la cámara frontal 14, el adhesivo 30 también puede sellar herméticamente el interior de la cámara 10 contra el entorno exterior.

Se intentaron numerosos adhesivos para su uso como adhesivo 30. Por ejemplo, se encontró que algunos adhesivos, como algunos acrilatos de radicales libres que se curan con UV que tienen la capacidad de curarse inicialmente con luz UV, tienen una resistencia reducida (por ejemplo, resistencia a la tracción) bajo exposición a temperaturas de operación elevadas, como 85 grados Celsius durante un período de tiempo seleccionado. Se encontró además que los adhesivos, como algunos híbridos epoxi de radicales libres curables por UV también tienen una resistencia reducida (por ejemplo, resistencia a la tracción) bajo la exposición a temperaturas de operación elevadas, como 85 grados centígrados durante un período de tiempo seleccionado. Algunos epoxis catiónicos que se probaron también perdieron fuerza cuando se los expuso a una temperatura de 85 grados centígrados y una humedad del 85 % durante un período de tiempo seleccionado. Algunos cianoacrilatos aniónicos que se probaron no fueron adecuados, ya que produjeron demasiados gases de salida para uso óptico. Otros adhesivos, como algunas siliconas radicales libres de curado UV tienen una estabilidad dimensional relativamente baja y, por lo tanto, no son adecuados.

Sorprendentemente, se encontró que un adhesivo adecuado que se puede usar para el adhesivo es el adhesivo AD VE 43812 fabricado por Delo Industrial Adhesives de Windach, Alemania. Este adhesivo es un adhesivo de epoxi-amina de curado a baja temperatura que se puede curar inicialmente con relativa rapidez mediante la exposición a la luz UV.

La fig. 3 muestra una variante 100 de la cámara de visión trasera 10. Esta realización incorpora una lente 112, una carcasa frontal/soporte de lente 130, una carcasa trasera 132 y una impresora de imágenes 140. Como se muestra con mayor detalle en la fig. 4, la lente 112 incluye un cilindro de lente 114 en el que los elementos ópticos de la lente 120, la junta tórica 122, los espaciadores 124 y el filtro de corte de IR 126 se montan y mantienen en su lugar mediante una tapa de retención 116. La carcasa frontal 130 sujeta el cilindro de la lente 114 a través de una conexión roscada, o una brida adhesiva como se explicó anteriormente. Una placa de circuito impreso (PCB) 138 con generador de imágenes 140 está montada en la carcasa definida por las partes delantera y trasera de la carcasa 130, 132. Los tornillos 134 se usan para este propósito. Para montar la lente 112, primero se coloca en el carcasa 130, 132 mediante un robot o una máquina de enfoque de ejes múltiples (no se muestra) para proporcionar una imagen enfocada en relación con el generador de imágenes 140 y una vez que se haya alineado correctamente la lente 112 después se fija de forma fija a la carcasa frontal 130. El sellado entre la lente 112 y la carcasa frontal 130 es proporcionado preferiblemente por el adhesivo discutido anteriormente, o utilizando un dispositivo de bloqueo de rosca. Después, la carcasa trasera 132 se une a la carcasa frontal 130 mediante soldadura láser o ultrasónica, adhesivo o mediante un accesorio de presión.

Forma de realización 2: integración del cilindro de la lente y el soporte de la lente de la cámara

La fig. 5 muestra otra realización 110 de una cámara vehicular, donde el cilindro de la lente 114 que aloja los componentes ópticos de la lente 112 y la carcasa frontal de la cámara 130 forman una única pieza integrada 150. Los elementos ópticos de la lente 120, las juntas tóricas y los espaciadores 122, 124 y el filtro de corte de IR 126 (fig. 4) se colocan dentro de una parte del cilindro de la lente 114' del cilindro de la lente integrada y la pieza de la carcasa superior de la cámara 150 como parte del procedimiento de montaje de la lente convencional para proporcionar una lente 112' (fig. 5). La pieza integrada 150 puede formarse mediante moldeo por inyección de plástico o mecanizado de metales. Se prefiere el moldeo por inyección de plástico por su bajo coste y la facilidad para unir la carcasa trasera 132 a la pieza integrada 150 mediante pegado, láser o soldadura ultrasónica.

La PCB 138 con el generador de imágenes 140 está montada en la pieza integrada 110. La lente 112' se enfoca con respecto al generador de imágenes 140 mediante la aplicación de las técnicas descritas en las realizaciones 3 a 6.

Las ventajas de esta realización 110 incluyen un ahorro en el coste de las herramientas al eliminarse una herramienta cara de moldeo de plástico de la carcasa superior; ahorro de costes de material, ya que se utiliza menos material plástico y no se necesita adhesivo caro o epoxi sellador de tornillos; y un procedimiento de montaje de la cámara más simplificado ya que se elimina el paso de colocar la lente en la carcasa superior.

Forma de realización 3: cilindro de la lente sobre una superficie del generador de imágenes

La fig. 6 muestra otra realización 200 de una cámara vehicular donde el cilindro de lente 114' de la pieza integrada 150 se coloca y se fija directamente sobre la superficie del generador de imágenes 140. Durante el proceso de montaje de la cámara, el cilindro de la lente 114' se coloca directamente en el generador de imágenes 140 como se

muestra en la fig. 6. El cilindro de la lente 114' incluye una característica mecánica especial diseñada, como la reducción 202 (véase la vista detallada de la fig. 6A) de manera que, mientras el cilindro de la lente 114' se coloca sobre el generador de imágenes 140, la reducción 202 guía la lente 112' para tener una alineación horizontal adecuada de modo que el eje óptico de la lente esté alineado con el centro del área de detección del generador de imágenes.

(La alineación del eje óptico al centro del generador de imágenes también se puede lograr mediante el desplazamiento digital de la ventana de percepción de imágenes en el generador de imágenes. Esta función de cambio de centro digital se puede encontrar en algunos generadores de imágenes, por ejemplo, el generador de imágenes Aptina MT9V126 CMOS.)

Como se muestra en la fig. 6, la lente 112' se puede asegurar aplicando el adhesivo 204 (como el adhesivo curable con UV) alrededor de la interfaz del cilindro 114' de la lente con el generador de imágenes 140 y la PCB 138, fijando así la posición de enfoque de la lente. En una variante 200' que se muestra en la fig. 7, una forma alternativa de fijar la lente 112' al generador de imágenes 140 es incluir los pasadores de inserción de metal 206 en el cilindro de la lente 114'. La inserción de metal 206 se suelda después a la PCB 138 durante el procedimiento de reflujo de la PCB para fijar la lente 112' a la PCB 138.

Como se muestra en la fig. 8, la distancia desde el plano principal de la lente LPP a la superficie de asentamiento de la lente H1 (que está definida por un vidrio de cobertura 158 que está separado de la superficie del sensor de imagen 160), y la distancia H2 entre la superficie del sensor de imagen 160 a la superficie superior del vidrio de cobertura 158 debe satisfacer la relación  $H1 + H2 = F + \Delta F$ , donde F es la distancia focal efectiva de la lente, y  $\Delta F$  es el rango de tolerancia de enfoque.

$\Delta F$  multiplicado por dos ( $\Delta F * 2$ ) también se denomina profundidad de enfoque, que puede variar desde unos pocos micrómetros hasta cientos de micrómetros. Para una cámara automotriz típica, la profundidad de enfoque es de aproximadamente 40 a 70 micrómetros. H1 y H2 son las dos fuentes que contribuyen a la variación del enfoque. El cilindro de la lente 114' puede diseñarse para tener una tolerancia de longitud estrechamente controlada. La longitud del cilindro puede diseñarse de manera que cuando se coloca sobre el vidrio de cobertura 158 del generador de imágenes, la lente enfoque directamente a la superficie de detección del generador de imágenes 160 nominalmente. El generador de imágenes 140 también puede diseñarse de manera que la distancia H2 entre la superficie de detección 160 y la superficie de vidrio de la cubierta superior del generador de imágenes tenga una estricta tolerancia. Sin embargo, las lentes y generadores de imágenes fabricados siempre tendrán variaciones con respecto a sus valores nominales diseñados. La variación de H1 y H2 puede apilarse y hacer que el par de cámaras de lentes se desenfoque.

Para controlar la tolerancia al enfoque y aumentar el rendimiento de fabricación, se pueden emplear uno o más de los siguientes procedimientos:

Primero, use tecnología óptica como la codificación de frente de onda promocionada por OmniVision. La tecnología utiliza elementos de lente especialmente diseñados y algoritmo de procesamiento de imagen para aumentar la profundidad de enfoque ( $\Delta F$ ) de la lente. La mayor profundidad de enfoque de la lente permite tolerar más la variación de la posición de enfoque. El rendimiento de fabricación y la calidad del enfoque del producto se pueden mantener altos.

En segundo lugar, utilice un láser u otro medio para cortar o eliminar el material extra del cuerpo de la lente en la parte inferior del cuerpo de la lente 114' para que la longitud correcta del cilindro de la lente se pueda modificar para lograr una buena atención. Se realiza una medición de enfoque de ablación con láser previa para determinar cuánto material del cilindro se debe ablacionar. Para abordar el caso de que la lente sea demasiado corta, se puede diseñar el cilindro de la lente de modo que siempre esté en el lado más largo.

Tercero, descarte e iguale lentes 112' y generadores de imágenes 140 para lograr un buen enfoque de colocación. La idea es medir y clasificar lentes y generadores de imágenes. Descarte las lentes y los generadores de imágenes para combinar grupos. Por ejemplo, un grupo de lentes con más de 20 a 30 micrómetros de longitud focal de la brida se combina con un grupo de generadores de imágenes con menos de 20 a 30 micrómetros con demasiada poca silicona a la distancia del vidrio superior. Los dos grupos formarán una buena cámara de enfoque.

Por lo tanto, se verá que al colocar directamente la lente 112' en el sensor de imagen 140, es posible evitar un paso de montaje que requiera mucho tiempo en el procedimiento de fabricación de la cámara, lo que requiere una búsqueda activa de la mejor posición de enfoque. Da como resultado un tiempo de ciclo reducido y una mayor eficiencia de producción, y evita el uso de una máquina de enfoque de ejes múltiples muy cara.

Forma de realización 4: enfoque de la lente mediante tornillos de montaje y enfoque de la PCB

La fig. 9 muestra otra realización 300 de una cámara vehicular en la que la carcasa de la parte frontal de una cámara

330 incluye una característica de guía mecánica, como la pared 302, para guiar la lente 112 a la alineación horizontal adecuada con el generador de imágenes 140, de modo que el eje óptico de la lente esté alineado con el centro de la superficie de detección del generador de imágenes. En esta realización, la PCB 138 con el generador de imágenes 140 se une a la carcasa frontal 330 mediante tornillos 304, pero también utiliza juntas de compresión, arandelas onduladas o arandelas de seguridad 306 que se sostienen entre la PCB 138 y el cuerpo de la carcasa delantera 330. El enfoque entre la lente 112 y el generador de imágenes 140 se logra girando estos tornillos 304 y controlando activamente la salida de la cámara.

La alineación del eje óptico de la lente y el centro del generador de imágenes se puede lograr desplazando digitalmente la ventana de imagen en el generador de imágenes.

10 Con referencia adicional a la fig. 10, la unión de la carcasa posterior de la cámara 132 a la carcasa frontal 330 (no dibujada en este dibujo) se puede lograr mediante soldadura láser o ultrasónica, pegamento, ajuste a presión, atornillar juntos u otros medios.

La carcasa frontal de la cámara en esta realización también puede emplear un cilindro de lente integrado como se describe con referencia a la realización 110.

15

Forma de realización 5: lente enfocada mediante el posicionamiento de las carcasas frontal y posterior de la cámara

La fig. 11 muestra otra realización 400 de una cámara vehicular en la que el cilindro de lente integrado y la pieza de la carcasa superior 150 de la cámara de la realización 110 están unidos a la carcasa posterior 132 de la cámara mediante pegamento curado por UV 402. El pegamento se aplica antes del enfoque. Se realiza un enfoque y alineación activos (utilizando una máquina de enfoque de ejes múltiples) para alcanzar el enfoque óptimo de la lente y la alineación del eje óptico con el centro del generador de imágenes. Mientras mantiene el cilindro del lente integrado y la pieza de la carcasa frontal de la cámara 150 en la posición para lograr el mejor enfoque y alineación, un robot aplica iluminación UV al adhesivo para curarlo y fijar la posición del objetivo 112' y sellar la cámara. En esta realización, la PCB 138 está montada en la carcasa trasera mediante tornillos 134, pegamento entre la PCB y la carcasa trasera u otros medios.

En una variante 400' que se muestra en la fig. 12, el adhesivo curado por UV 402' también reemplaza los tornillos 134 utilizados para montar el PCB 138 en la carcasa. El adhesivo 402' une la PCB 132 a la carcasa trasera 138, fija la pieza integrada 150 a la carcasa trasera 132 y sella la cámara.

30 En otra variante 400" que se muestra en la fig. 13, la PCB del generador de imágenes se enfoca y alinea y luego se fija al cilindro de la lente y la pieza 150 de la carcasa delantera de la cámara mediante el adhesivo curado con UV 402" aplicado sobre y entre la PCB 138 y las partes de separación 404" de la pieza integrada 150. Durante el proceso de montaje del foco, la PCB del generador de imágenes 138 se coge y mueve en las direcciones x, y, z, y opcionalmente en dos direcciones de rotación, para lograr un enfoque y una alineación óptimos. Mientras la PCB del generador de imágenes 138 se mantiene en la posición, se aplica iluminación UV para curar el adhesivo 402".

Forma de realización 6: fijación directa de la lente y el generador de imágenes con adhesivo

La fig. 14 muestra otra realización 500 de una cámara vehicular en la que se aplica adhesivo transparente curable con UV 502 directamente entre la lente 112 y el generador de imágenes 140 y/o PCB 138. El adhesivo 502 se proporciona como una masa amorfa relativamente grande para unir la lente 112 al generador de imágenes 140 y/o al PCB 138. El enfoque y la alineación de la lente 112 se realizan antes de que la luz UV cure el adhesivo. El adhesivo encapsula preferentemente el generador de imágenes 140 y actúa como un escudo protector para él.

En un procedimiento de montaje preferido, el adhesivo se aplica sobre y alrededor del generador de imágenes en una cantidad controlada. Un robot de 5 ejes (no mostrado, con movimientos en x, y, z y dos rotaciones ortogonales) también sujeta y sumerge la lente en un lote de adhesivo. Luego, el robot enfoca y alinea la lente con el generador de imágenes, con lo que se aplica luz UV para curar el adhesivo. Después, el robot libera la lente.

Esta realización simplifica el diseño del cilindro de la lente y reduce el tamaño de la lente. Esta realización también puede ser más ventajosa que las realizaciones que utilizan una lente roscada, que puede resultar lenta para enfocar o difícil de sostener, o una lente de ajuste a presión, que proporciona solo un movimiento tosco y, por lo tanto, puede ser difícil de controlar. Por lo tanto, se puede obtener una alineación más precisa.

En todas las realizaciones anteriores también se desea reducir el coste de la propia lente. Esto se puede lograr de una o más de las siguientes maneras.

El primer plástico se puede usar para el cilindro de la lente 114 y la tapa de retención 116. El cilindro y la tapa se fabrican preferentemente mediante moldeo por inyección de material plástico como PPS. Este material es denso, no poroso, rígido y tiene características higroscópicas ultra bajas y, por lo tanto, cumple con los requisitos ambientales y de durabilidad especiales para una lente de cámara de visión trasera.

En segundo lugar, la lente 112' se puede formar para incorporar solo un elemento de vidrio como el elemento más exterior 120a (fig. 4) de la lente, y utilizar dos o tres lentes de plástico (hechas por moldeo por inyección) para los elementos ópticos internos. Una configuración alternativa puede incluir dos elementos de vidrio y una o dos lentes

60

de plástico. Minimizar la cantidad de elementos de vidrio reduce el coste de los componentes ópticos.

Además, se puede ahorrar en los costes al eliminar el filtro de corte de IR de la lente 126 que se proporciona convencionalmente como una placa de vidrio. En su lugar, el filtro de corte de IR se puede mover al vidrio de la cubierta del generador de imágenes 120a. Un beneficio adicional de eliminar el filtro de corte de IR en la lente es que reduce o elimina la reflexión múltiple de luz entre el filtro de corte de IR plano y el vidrio de la cubierta del generador de imágenes 120a. Esta reflexión múltiple puede causar reflejos en las lentes e imágenes fantasma.

En tercer lugar, se puede reducir el coste de la lente al reducir la resolución de la lente. La resolución de la lente se puede reducir a un nivel que se ajuste a los requisitos de aplicación de la cámara. Más particularmente, la percepción de la resolución del ojo humano se puede representar mediante una función de sensibilidad al contraste (CSF) como se muestra en la fig. 15. Los picos de CSF dentro de un intervalo de 1 a ocho ciclos por grado, donde un ciclo se define como una transición de negro a blanco (o viceversa), que se puede denominar en la bibliografía como un "par de líneas". Por lo tanto, se puede determinar una resolución requerida a partir del tamaño de la pantalla, la distancia entre el observador y la pantalla, la CSF seleccionada y el tamaño de la superficie de detección del generador de imágenes.

Por ejemplo, considere una pantalla de 7 pulgadas en diagonal (con una relación de aspecto de 16x9). Tiene una dimensión horizontal de 155 mm. Suponga que la distancia entre el observador y la pantalla es de 600 mm, que es la distancia promedio entre los ojos de un conductor y una pantalla en la consola central del vehículo. Seleccione una CSF de 7 ciclos por grado, que es un compromiso razonable entre los requisitos de visión artificial y de visión humana. Y suponga que el generador de imágenes tiene un ancho de detección horizontal de 3,58 mm. Un grado angular representa una anchura de 10,5 mm a una distancia de 600 mm. La resolución de pantalla requerida es de 0,67 pares de líneas/mm. La resolución requerida de la cámara es, por lo tanto, 28,9 pares de líneas por mm. Por lo tanto, una cámara puede producir una resolución suficiente si su lente produce una función de transferencia de modulación de nivel de cámara de 28,9 pares de líneas por mm.

Otros ejemplos de resoluciones de cámara suficientes se proporcionan en la siguiente tabla:

Tamaño diagonal de la pantalla (pulgada)	8	7	6	3,5	2,5
Relación de aspecto	16 X 9	16 X 9	16 X 9	4 X 3	4 X 3
Dimensión horizontal (mm)	177	155	133	71,1	50,8
Ojo para mostrar la distancia (mm)	600	600	600	500	500
mm por 1 grado en la pantalla	10,5	10,5	10,5	8,7	8,7
En resolución de pantalla (lp/mm)	0,668	0,668	0,668	0,802	0,802
Resolución requerida de la cámara (lp/mm)	33,0	28,9	24,8	15,9	11,4

Por lo tanto, la resolución de la lente se puede reducir a los límites dictados por la CSF para reducir el coste. Las lentes de la técnica anterior pueden tener una resolución demasiado alta para la percepción visual humana, y las lentes de alta resolución pueden causar una consecuencia negativa llamada "Efecto Moire". Algunos de los diseños de cámaras de la técnica anterior utilizaron un filtro de paso bajo óptico para reducir la nitidez de la imagen de la lente para eliminar el "Efecto Moire". El filtro de paso bajo óptico encarece la cámara junto con la lente de alta resolución de mayor coste.

Cuarto, el coste de la lente se puede reducir al no abordar de manera óptica ninguna aberración cromática en la lente. La aberración cromática de la lente puede hacer que la imagen resultante tenga franjas de color en los bordes de los objetos, así como una resolución de imagen más baja. La aberración cromática de la lente puede fijarse o mitigarse típicamente por un par de lentes de vidrio unidas entre sí, el llamado par acromático. Sin embargo, para una solución de lente de bajo coste, la aberración cromática no se fija en la lente, más bien, el sistema generador de imágenes en chip (SOC) o un procesador digital adjunto aplica una corrección digital para corregir la aberración cromática. Típicamente, la aberración cromática tiene una cantidad fija de separación espacial entre diferentes colores en un ángulo específico fuera del eje, como se muestra en el ejemplo de diagrama de color lateral de la fig. 16.

El principio básico de la corrección digital de la aberración cromática es el siguiente.

Cada píxel de un generador de imágenes tiene valores individuales de colores rojo, verde y azul. Al cambiar los colores de un píxel a uno o más píxeles y repetir el procedimiento a todo el generador de imágenes, es posible corregir o reducir el efecto de la aberración cromática de la lente. Sobre la base de la separación de color lateral de la lente, como en el ejemplo del gráfico que se muestra en la fig. 16, se conoce la separación del color en función de la distancia desde el centro del generador de imágenes. Para cada píxel del generador de imágenes, es posible calcular la distancia necesaria para cambiar cada color individual del píxel. El cambio ocurre en una dirección radial

debido a la simetría de la lente con respecto a su eje. En cada píxel, las nuevas coordenadas de posición de cada color se vuelven a calcular. Después, este valor de color se enviará al nuevo píxel cuyas coordenadas se calcularon. Los otros dos colores de este píxel también se calculan y se envían a nuevos píxeles.

- Este desplazamiento o redistribución de los colores del píxel se puede realizar en la parte del generador de imágenes del sistema en chip (SOC), o en un procesador independiente después del generador de imágenes. El procesador puede ser un microprocesador, un DSP, una FPGA u otros dispositivos digitales. Es más probable que añadir algunas puertas o unidades lógicas a una unidad de procesamiento digital existente sea menos caro que agregar elementos de vidrio acromático en lentes. La aberración cromática de la lente es típicamente simétrica sobre el eje óptico, lo que reduce la complejidad de la aberración cromática digital en el SOC o procesador.
- 5 imágenes del sistema en chip (SOC), o en un procesador independiente después del generador de imágenes. El procesador puede ser un microprocesador, un DSP, una FPGA u otros dispositivos digitales. Es más probable que añadir algunas puertas o unidades lógicas a una unidad de procesamiento digital existente sea menos caro que agregar elementos de vidrio acromático en lentes. La aberración cromática de la lente es típicamente simétrica sobre el eje óptico, lo que reduce la complejidad de la aberración cromática digital en el SOC o procesador.
- 10 La variación en la fabricación de la lente puede hacer que la aberración cromática no sea totalmente cilíndrica simétrica. La respuesta espectral de cada píxel del generador de imágenes puede tener variaciones. Para corregir el efecto negativo en la aberración cromática digital causada por estas dos variaciones, se pueden aplicar procedimientos de calibración. Durante un procedimiento de calibración, se utilizan un objetivo especial, una adquisición de imagen y algoritmos de procesamiento de imágenes para calcular la separación de color lateral en
- 15 cada píxel. Después, los valores de color laterales relacionados con los píxeles se utilizan en el procedimiento de corrección de la aberración cromática digital descrito anteriormente.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para montar una cámara vehicular (10, 100), donde la cámara vehicular comprende:
  - 5 una lente (16, 112, 112') que incluye un cilindro de lente (114, 114') que contiene componentes ópticos en su interior; un soporte de lente (14, 130), donde el cilindro de la lente (114, 114') está conectado al soporte de lente (14, 130) por un adhesivo (30, 204), donde el adhesivo (30, 204) inicialmente está curado con luz UV lo suficiente como para soportar la lente (16, 112, 112') en relación con el soporte de la lente, el soporte (14, 130) y donde el adhesivo (30, 204) además es curable a una resistencia completamente curada cuando se expone a una paso de curado y
  - 10 un generador de imágenes (20, 140) posicionado para recibir la entrada de vídeo desde la lente (16, 112, 112'); donde la cámara está configurada para transmitir al menos a otro dispositivo vehicular señales relacionadas con la entrada de vídeo recibida por el generador de imágenes;

el procedimiento comprende las etapas de:

  - 15 proporcionar el adhesivo que es un adhesivo epoxi-amina de curado a baja temperatura;
  - conectar el cilindro de la lente (114, 114') al soporte de la lente (14, 130) mediante el adhesivo (30, 204); el curado inicial del adhesivo (30, 204) a través de un procedimiento de curado inicial después de que la lente (16, 112, 112') se enfoca con el generador de imágenes (20, 140), donde el procedimiento de curado inicial incluye la exposición a
  - 20 la luz UV;
  - donde el adhesivo inicialmente curado, curado mediante el proceso de curado inicial, es lo suficientemente fuerte como para sostener inicialmente el cilindro de la lente (114, 114') relativamente al soporte de la lente (14, 130) con la lente enfocada en el generador de imágenes (20, 140); después del proceso de curado inicial, moviendo la cámara al proceso de curado secundario;
  - 25 curar adicionalmente el adhesivo inicialmente curado hasta una resistencia completamente curada en un proceso de curado secundario; y
  - donde, cuando se cura adicionalmente a través del proceso de curado secundario, el adhesivo curado adicionalmente es lo suficientemente fuerte para mantener la lente (16, 112, 112') en posición durante el uso en un vehículo.
- 30 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, donde la etapa de curado secundario incluye introducir calor al adhesivo.
3. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que el adhesivo curado adicionalmente
- 35 está configurado para proporcionar al menos una fuerza de unión seleccionada entre el cilindro de la lente (114, 114') y el soporte de la lente (14, 130) cuando se expone a al menos una condición de funcionamiento seleccionada por un período de tiempo seleccionado, y donde la al menos una condición de funcionamiento seleccionada incluye una temperatura de aproximadamente 85 grados centígrados.
- 40 4. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, donde el adhesivo curado adicionalmente está configurado para proporcionar al menos una fuerza de unión seleccionada entre el cilindro de la lente (114, 114') y el soporte de la lente (4, 130) cuando se expone a al menos una condición de funcionamiento seleccionada por un período de tiempo seleccionado, y donde la al menos una condición de funcionamiento seleccionada incluye una humedad de aproximadamente el 85 %.
- 45 5. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, donde el adhesivo curado adicionalmente está configurado para proporcionar al menos una fuerza de unión seleccionada entre el cilindro de la lente (114, 114') y el soporte de la lente (14, 130) cuando se expone a al menos una condición de funcionamiento seleccionada por un período de tiempo seleccionado, y donde el período de tiempo seleccionado es mayor que 1000 horas.
- 50 6. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, donde la resistencia de unión seleccionada es aproximadamente la misma que la resistencia completamente curada.
7. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, que comprende además la etapa de enfocar
- 55 la lente (16, 112, 112') con el generador de imágenes (20, 140), antes del proceso de curado inicial, en una posición donde está alineada ópticamente con el generador de imágenes.
8. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, donde la cámara comprende además una
- 60 tapa de retención (116) montada en la parte del cilindro para contener y posicionar verticalmente los componentes

ópticos en la parte del cilindro; circuitos de imágenes que incluyen un sensor de imágenes colocado para recibir imágenes ópticas de la lente; y una carcasa de cámara, conectada al soporte de la lente (14, 130) para cubrir los circuitos de imagen.

- 5 9. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, donde el cilindro de la lente (114, 114') incluye una característica para guiar y asentar una periferia del cilindro de la lente sobre la superficie del generador de imágenes (20, 140); y donde la cámara comprende además medios para asegurar el enfoque entre la lente y el generador de imágenes.
- 10 10. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, donde un robot mantiene y ajusta la posición del cilindro de la lente (114, 114') con respecto al soporte de la lente (14, 130), antes del curado inicial del adhesivo.
11. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, donde la cámara comprende además una placa de circuito impreso (PCB) para montar el generador de imágenes, y donde el adhesivo fija también la PCB al  
15 soporte de la lente.
12. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, donde la resolución de la lente se selecciona para cumplir pero no exceder sustancialmente una resolución determinada por el tamaño de una pantalla para  
20 mostrar vídeo desde el generador de imágenes, una distancia entre un observador y la pantalla, un punto seleccionado en una función de sensibilidad al contraste, y el tamaño de la superficie de detección del generador de imágenes.
13. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, donde la lente omite lentes acromáticas y emplea corrección cromática digital basada en una medición predeterminada de aberración cromática.  
25
14. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, donde el procedimiento de curado inicial tarda menos de siete segundos.
15. Un procedimiento según la reivindicación 14, donde el procedimiento de curado secundario tarda un  
30 período de tiempo relativamente mayor, como minutos u horas.

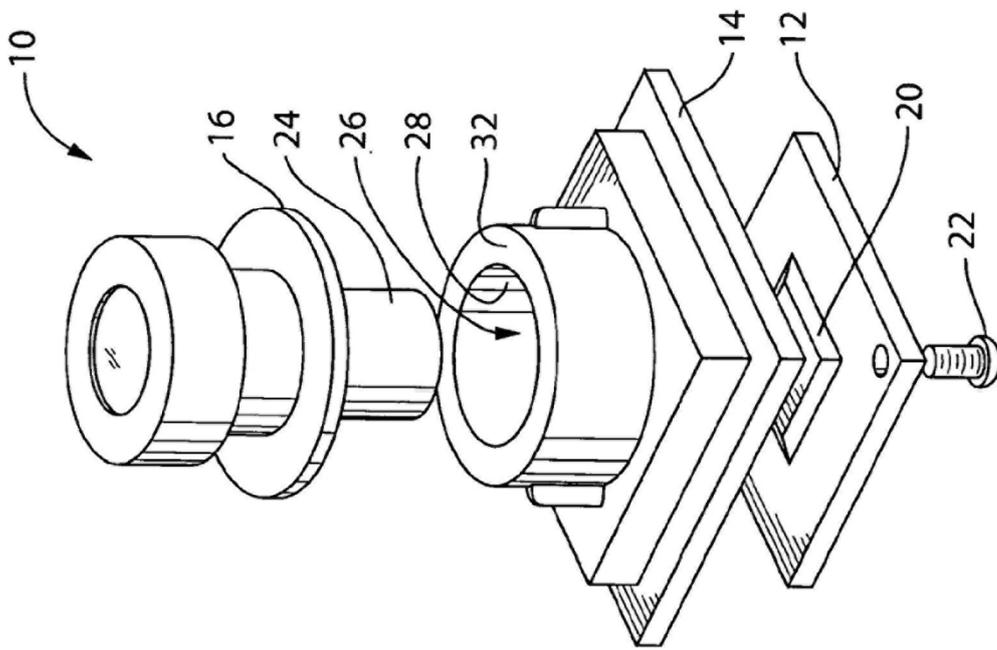
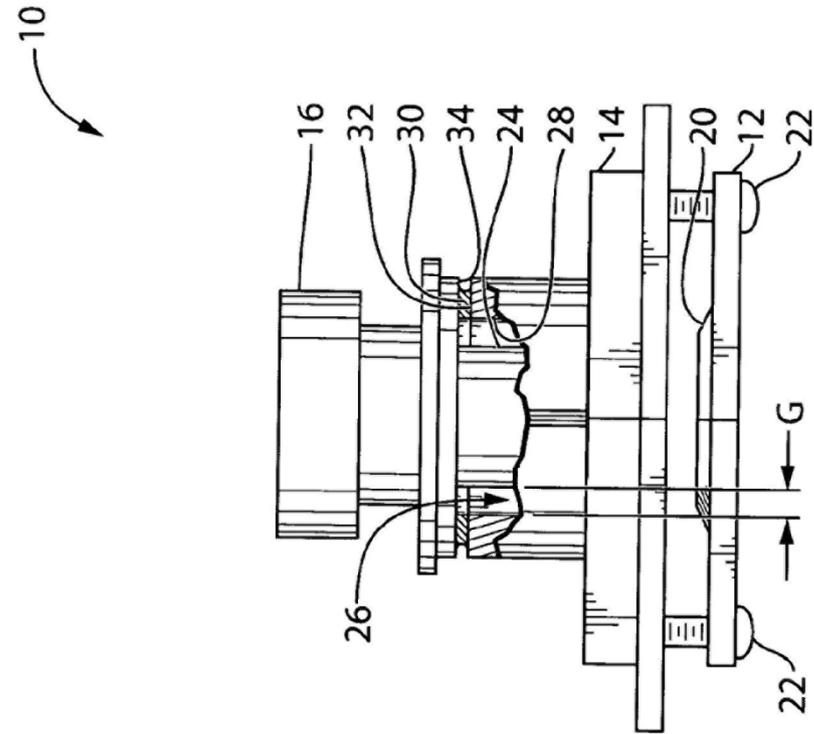
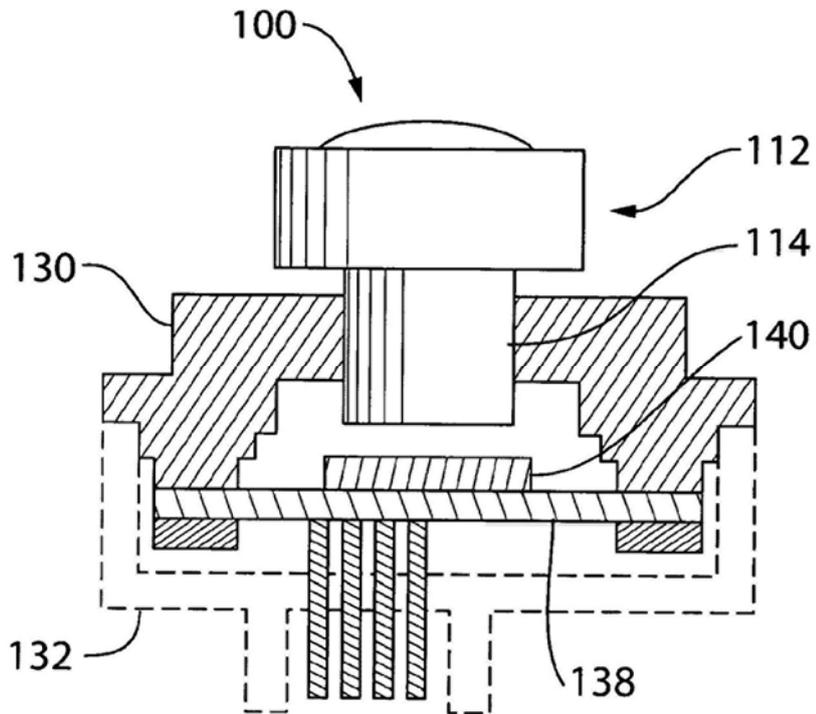
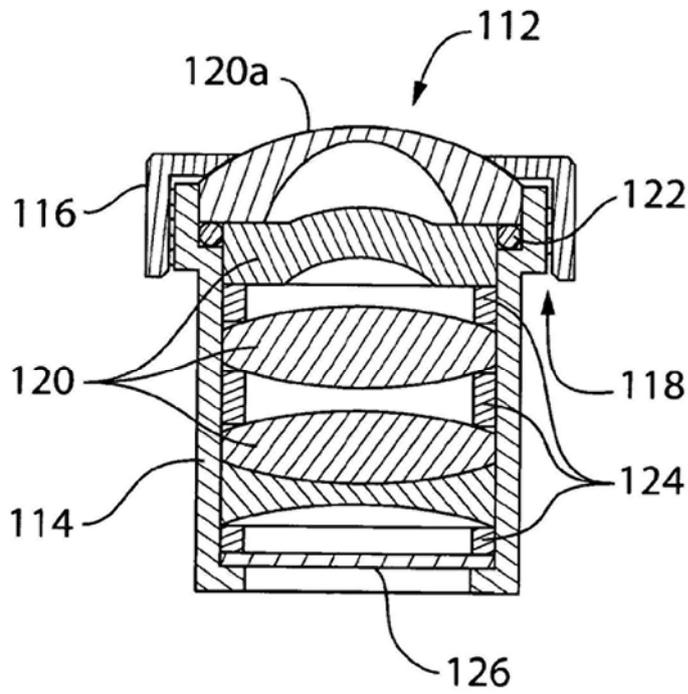


FIG. 1

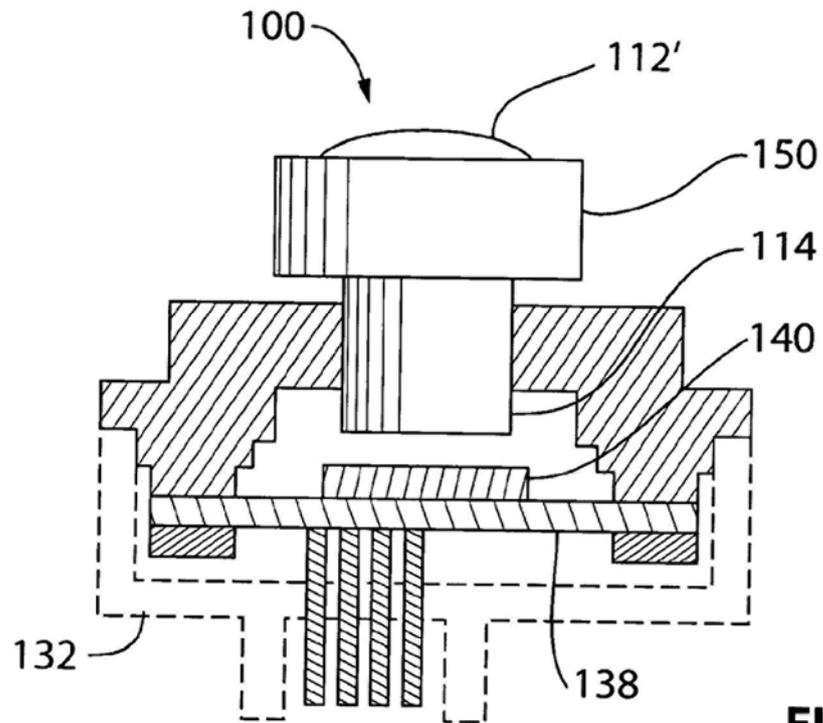
FIG. 2



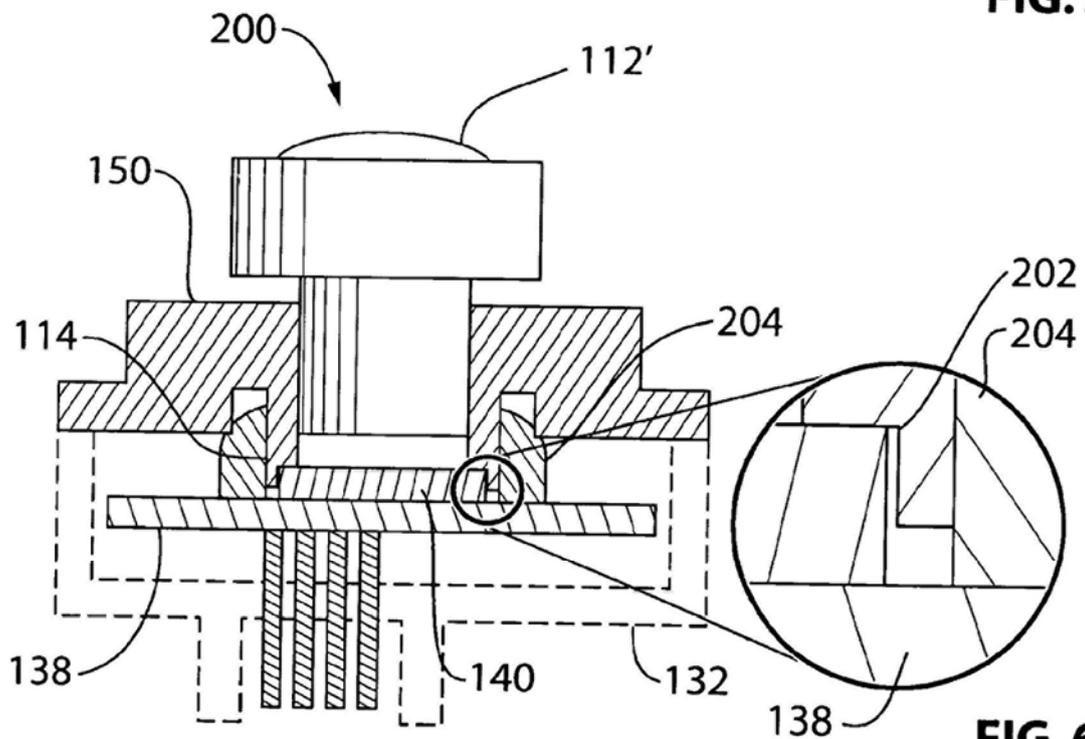
**FIG. 3**



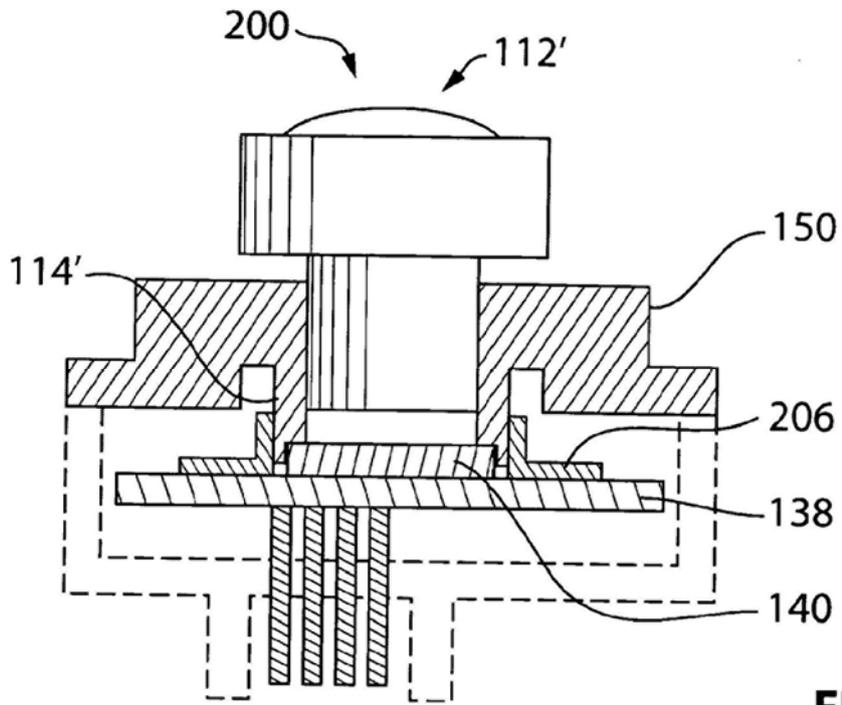
**FIG. 4**



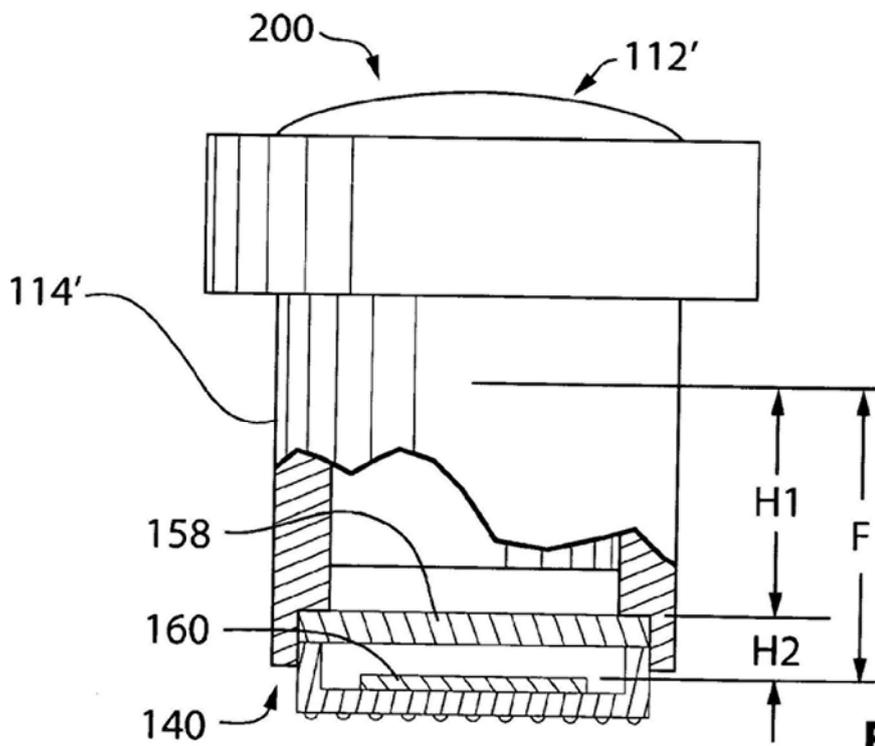
**FIG. 5**



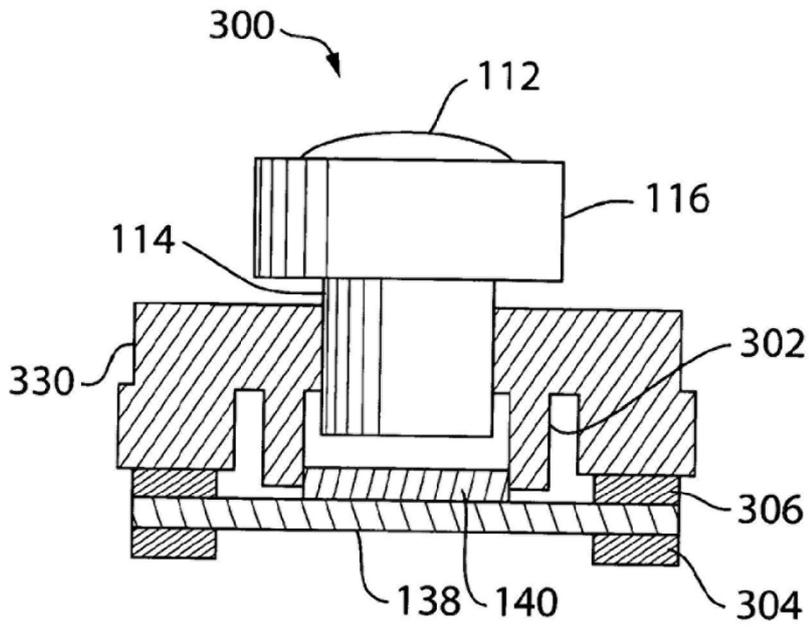
**FIG. 6**



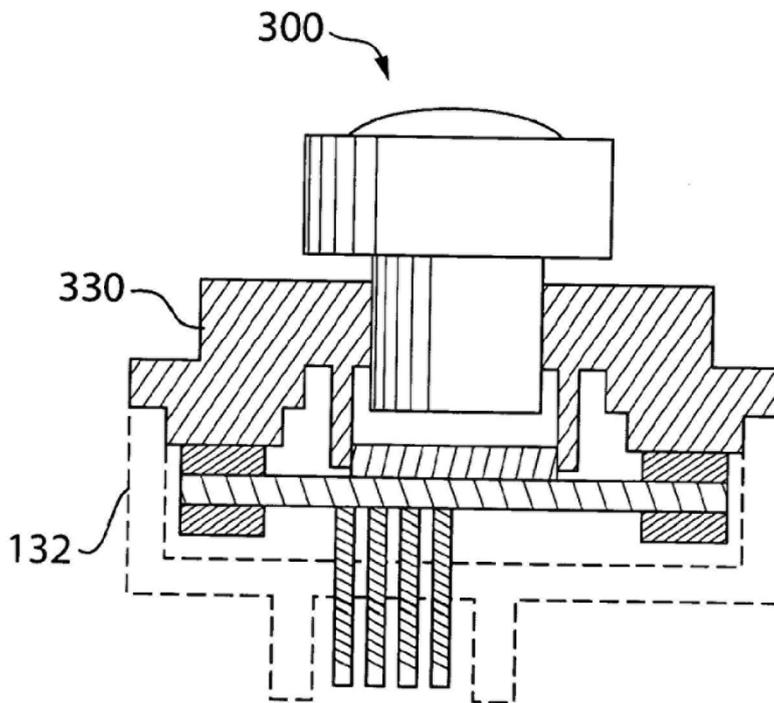
**FIG. 7**



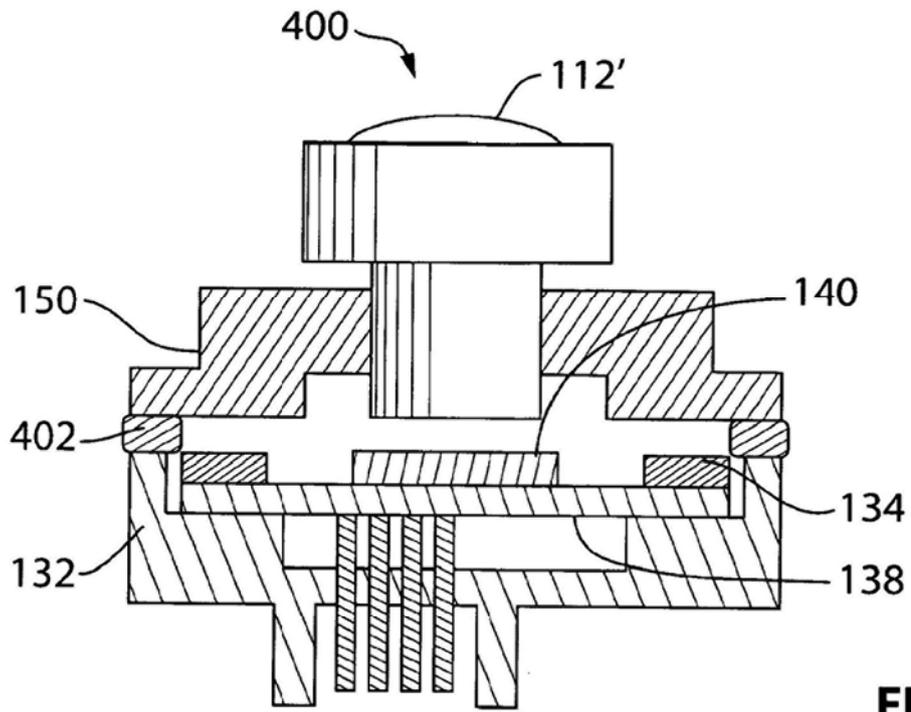
**FIG. 8**



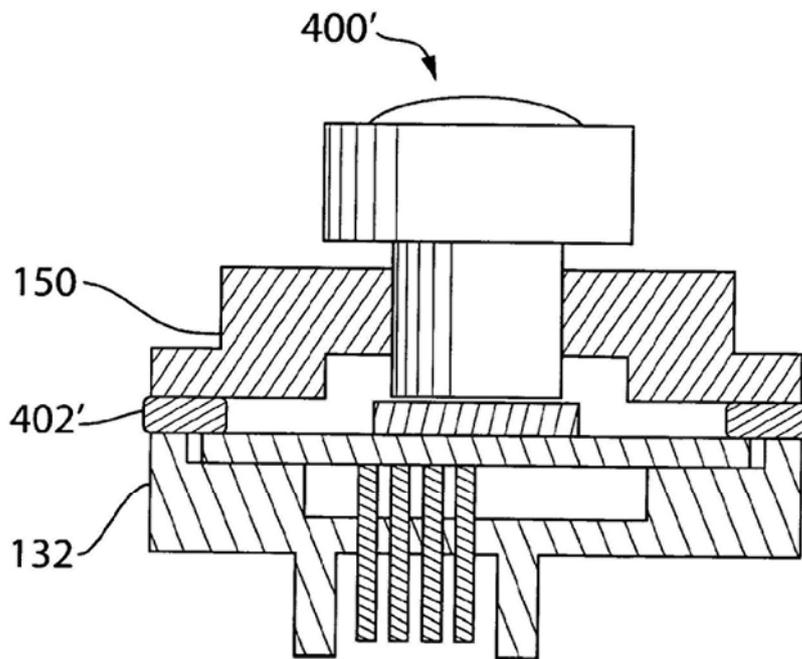
**FIG. 9**



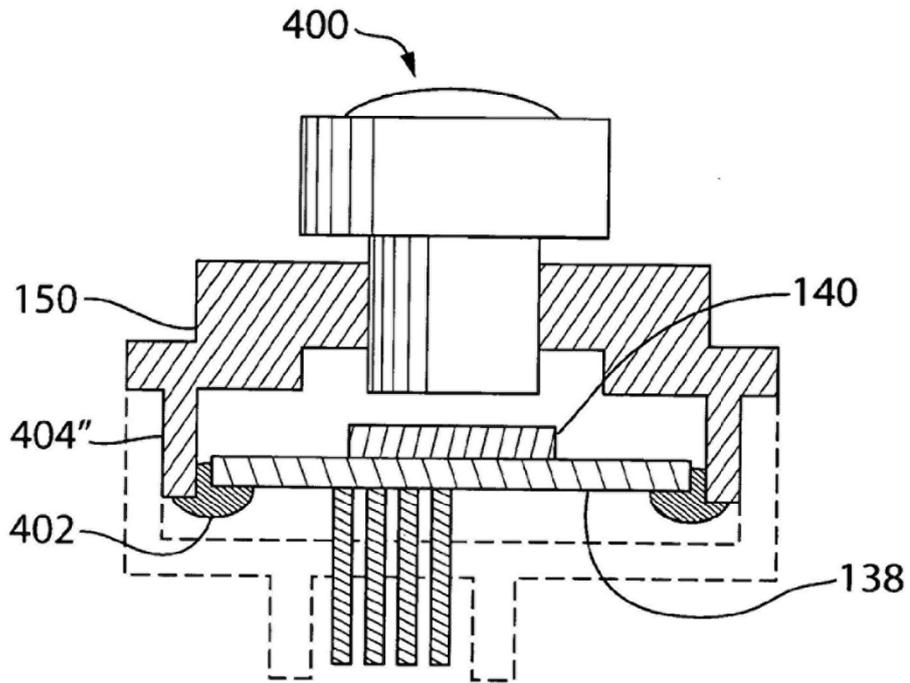
**FIG. 10**



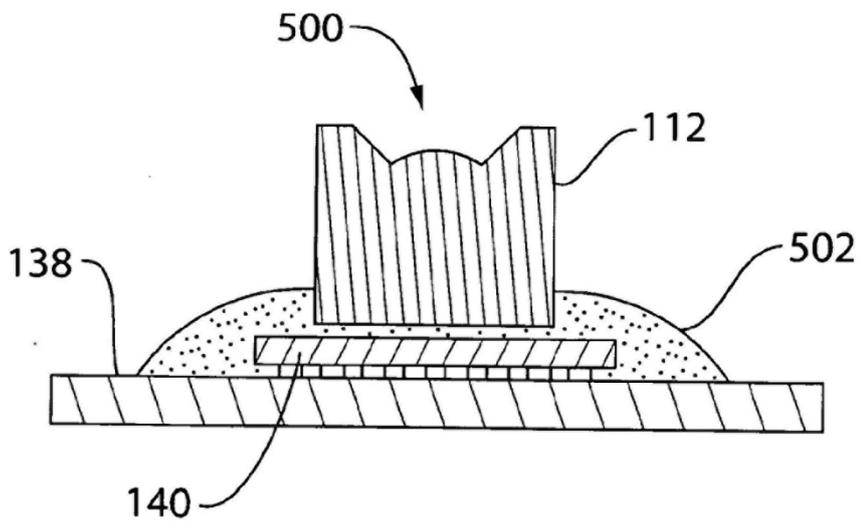
**FIG. 11**



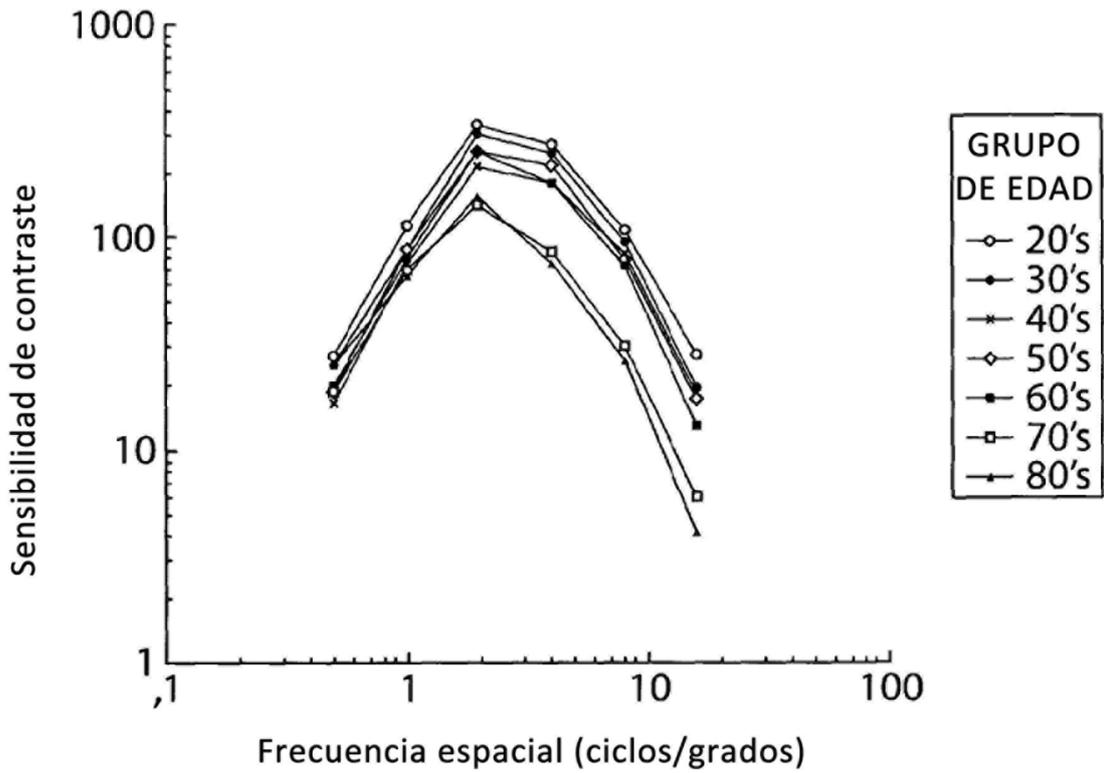
**FIG. 12**



**FIG. 13**

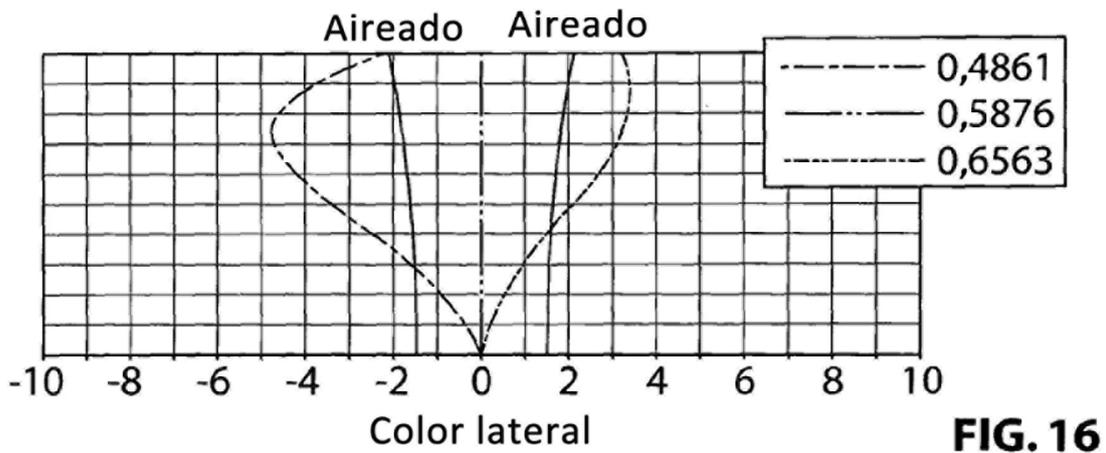


**FIG. 14**



Funciones de sensibilidad de contraste de siete grupos de edad (después de Schieber, 1992) **FIG. 15**

Campo máximo: 81.0000 GRADOS



**FIG. 16**