



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 243**

51 Int. Cl.:  
**G02B 7/02** (2006.01)  
**G02B 23/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07794705 .9**  
96 Fecha de presentación : **08.05.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2027498**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.02.2009**

54 Título: **Conjunto óptico para dispositivos de imágenes médicas.**

30 Prioridad: **08.05.2006 US 798492 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.06.2011**

73 Titular/es: **BOSTON SCIENTIFIC LIMITED**  
**P.O. Box 1317 Seaston House Hastings**  
**Christ Church, BB**

72 Inventor/es: **Churchill, William, Lucas;**  
**Lu, Robert;**  
**Ning, Alexander y**  
**Grigoryants, Sergey, S.**

74 Agente: **Urizar Anasagasti, José Antonio**

**ES 2 360 243 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**

**CAMPO TECNICO**

La presente invención se refiere a dispositivos médicos en general y, en particular, a conjuntos ópticos para dispositivos de imágenes ópticas.

**5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 Como alternativa a la realización de procedimientos más invasivos, muchos médicos están usando dispositivos mínimamente invasivos para examinar y/o tratar tejidos internos del cuerpo de los pacientes. Ejemplos de tales dispositivos mínimamente invasivos incluyen endoscopios y catéteres. Normalmente, tales dispositivos incluyen un eje alargado que es insertado en el paciente y un mecanismo que produce imágenes desde el extremo distal del dispositivo. Tales mecanismos incluyen guías de fibra óptica de imagen que transmiten luz a una cámara localizada proximalmente. Alternativamente, los dispositivos pueden incluir un sensor de imagen en la punta distal que produce señales electrónicas que son usadas para producir videoimágenes de la cavidad interior del cuerpo. Para reducir los costos asociados con la repetida desinfección y reparación de los dispositivos, algunos endoscopios y catéteres pueden ser diseñados para un solo uso. Ejemplos de diseños de endoscopios de un solo uso están descritos en las Solicitudes de Patentes U.S. Nos. 10/811,781, y 10/196,007, cedidas a Boston Scientific Scimed, Inc., el titular de la presente solicitud.

20 Un factor que ha limitado la capacidad de fabricar endoscopios comercialmente viables de un solo uso o catéteres de imágenes es el costo de la óptica de imagen requerida. Para fabricar un dispositivo practico de un solo uso, tales ópticas deberían proporcionar imágenes que son tan buenas o mejores que las obtenidas con los dispositivos convencionales reutilizables. En adición, estas ópticas deberían no ser costosas de modo que el costo del producto global permita que sea usado una vez y desechado. En consecuencia, se necesitan conjuntos ópticos, endoscopios, y dispositivos de imágenes médicas mejorados.

**RESUMEN**

25 La presente descripción se refiere a conjuntos ópticos para su uso dispositivos médicos tales como endoscopios o catéteres de imágenes. En un ejemplo, tal conjunto óptico incluye un barrilete de lente que tiene un numero de elementos ópticos apilados en el mismo. Los elementos ópticos están comprimidos contra un anillo-O dentro del barrilete de lente para formar un sello hermético en el barrilete de lente. En un ejemplo representativo, el conjunto óptico incluye una pluralidad de elementos de lente, y uno o más de los elementos de lente son lentes de plástico moldeados por inyección. Estos y otros ejemplos son descritos brevemente en este sumario a fin de introducir una selección de conceptos y características en una forma simplificada que son descritos más adelante en la Descripción Detallada. Este sumario no tiene por objeto identificar las principales características del tema afirmado, ni tiene la intención de limitar el alcance del tema afirmado definido por la reivindicaciones adjuntas.

35 Según los ejemplos representativos, la lente multi elementos incluye al menos una primera lente situada en el borde distal del barrilete de lente y que tiene una potencia óptica negativa. La primera lente está en contacto con la junta compresible a fin de sellar el barrilete de lente. La primera lente tiene una superficie mayormente dirección objeto que es una superficie esférica convexa y una superficie mayormente dirección imagen que es una superficie cóncava esférica. La lente multi elemento comprende, de dirección mayormente objeto a dirección mayormente imagen a lo largo de un eje de la lente, una primera lente, una segunda lente, una tercera lente, y una cuarta lente. Según los ejemplos ilustrativos, la primera, segunda, y tercera lente están hechas de un plástico óptico común, y la cuarta lente está hecha de un vidrio flint. De la primera a la cuarta lente tiene superficies ópticas definidas por, de una superficie dirección mayormente objeto a una superficie dirección mayormente imagen:

Superficie	Radio de Curvatura
1	+60.000
2	+0.973
3	-8.125
4	-1.491
5	+2.831
6	-1.193
7	-2.674
8	infinito

donde las superficies 2, 4 y 6 son superficies esféricas más definidas por las respectivas constantes cónicas y coeficientes esféricos de la siguiente manera:

Superficie	K	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>
2	+0.5073543	0.0	0.0	0.0
4	+0.0	-0.18796213	-0.036606083	-0.068263035
6	+0.0	+0.11189657	+0.014471055	+0.044036317

donde  $K$  es una constante cónica, y  $a_2$ ,  $a_3$ , y  $a_4$  son coeficientes esféricos de series de potencia.

En ejemplos representativos, la segunda lente incluye una superficie óptica cóncava dirección objeto y tiene una potencia positiva. En ejemplos adicionales, una primera placa de apertura y una segunda placa de apertura están situadas entre la primera y la segunda lente, y la tercera y la cuarta lente, respectivamente. En otros ejemplos, un diafragma de apertura está situado entre la segunda y la tercera lente.

Lentes multi elementos configuradas para formar un imagen de un objeto en una superficie de la imagen comprende, de dirección objeto a dirección imagen a lo largo de un eje óptico, un primer, un segundo, y un tercer elemento de lente de un material óptico común, y un cuarto elemento de lente de un material de lente diferente, donde un diafragma de apertura es situado entre la segunda y la tercera lente. En algunos ejemplos, la primera lente y la cuarta lente tienen potencia óptica negativa, y la segunda lente y la tercera lente tienen potencia óptica positiva. Superficies mayormente dirección imagen de la primera lente, la segunda lente, y la tercera lente son esféricas, y están definidas por

$K$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
+0.5073543	0.0	0.0	0.0
+0.0	-0.018796213	-0.036606083	-0.068263035
+0.0	+0.11189657	+0.014471055	+0.044036317

respectivamente, donde  $K$  es una constante cónica, y  $a_2$ ,  $a_3$ , y  $a_4$  son coeficientes esféricos de potencia de series. En algunos ejemplos, una placa de apertura definiendo una apertura reductora de ensanchamiento es situada entre la primera lente y la segunda o la tercera y la cuarta lente o ambos. En ejemplos representativos, la primera lente y la cuarta lente tienen potencia óptica negativa, y la segunda lente y la tercera lente tienen potencia óptica positiva. En ejemplos adicionales, la cuarta lente incluye una superficie cóncava dirección objeto. Todavía en otros ejemplos, un diafragma de apertura está situado entre la segunda lente y la tercera lente.

Estos y otros aspectos de la tecnología descrita será más fácilmente apreciado mediante referencia de la siguiente descripción detallada y de los dibujos que lo acompañan.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

FIG. 1 es una vista ampliada de un conjunto óptico representativo según la tecnología descrita.

FIG. 2A-2B ilustra un barrilete de lente para su uso con el conjunto óptico representativo de la FIG. 1.

FIG. 3A-3B ilustra un anillo-O para su uso con el conjunto óptico de la FIG. 1.

FIG. 4A-4B ilustra una primera lente del conjunto óptico representativo de la FIG. 1.

FIG. 5A-5B ilustra una primera placa de apertura reductora de ensanchamiento del conjunto óptico representativo de la FIG. 1.

FIG. 6A-6B ilustra una segunda lente del conjunto óptico representativo de la FIG. 1.

FIG. 7A-7B ilustra un diafragma de apertura del conjunto óptico representativo de la FIG. 1.

FIG. 8A-8B ilustra un espaciador del conjunto óptico representativo de la FIG. 1.

FIG. 9A-9B ilustra una tercera lente del conjunto óptico representativo de la FIG. 1.

FIG. 10A-10B ilustra una segunda placa de apertura reductora de ensanchamiento del conjunto óptico representativo de la FIG. 1.

FIG. 11A-11B ilustra una cuarta lente del conjunto óptico representativo de la FIG. 1.

FIG. 12 ilustra un inserto sensor de imagen representativo configurado para situar el conjunto óptico representativo de la FIG. 1 con el fin de dirigir una imagen de un objeto a un sensor de imagen.

FIG. 13 es una vista transversal del conjunto óptico de la FIG. 1.

DESCRIPCION DETALLADA

Como se usa en esta aplicación y en las reivindicaciones, las formas singulares “un”, “una”, y “el” incluyen las formas plurales a menos que el contexto indique claramente otra cosa. Adicionalmente, el termino “incluye” significa “comprende”. Además, el término “acoplado” significa acoplado o vinculado eléctricamente, mecánicamente, u ópticamente y no excluye la presencia de elementos intermedios entre los elementos acoplados.

Como se usa en este documento, “lente” se refiere a un elemento óptico único que tiene dos superficies refractivas (es decir, un “singlete”) o un conjunto de dos o más singletes, que incluyen elementos ópticos que están sujetos entre si

- como en dobletes cementados o de otro modo fijos entre sí. Tales combinaciones de los elementos de la lente pueden también referirse a los lentes multi elemento. En los ejemplos descritos, se proporcionan lentes de dioptrías con la potencia basada enteramente en elementos ópticos refractivos. Para mayor comodidad, la propagación de luz de un objeto a una imagen puede ser ilustrada con rayos que se extienden de izquierda a derecha a lo largo de un eje óptico que se extiende a través de uno o más elementos de la lente. Normalmente, un eje óptico se extiende a través de un centro geométrico de una lente y es perpendicular a un plano tangente al lente en el centro de la lente. El eje óptico puede ser una línea recta única, o uno o más segmentos de línea si son incluidos espejos quebrados u otros elementos ópticos reflectivos tales como los prismas. Un eje óptico puede ser considerado como una extensión desde un objeto (o superficie de objeto) a una imagen (o superficie de imagen). Las direcciones a lo largo del eje óptico pueden ser referidas como dirección objeto (en la dirección del objeto) o dirección imagen (en la dirección de la imagen). Estas direcciones son seleccionadas para la descripción conveniente como será apreciado que las locaciones de la imagen y el objeto pueden ser intercambiados dependiendo en una aplicación en particular. Por ejemplo, un conjunto de la lente configurado para producir una desmagnificación objeto a imagen de  $\frac{1}{2}$  puede ser invertido para, por ejemplo, producir una magnificación objeto a imagen de 2.
- Se pueden describir curvaturas de superficie para la reflexión y la refracción basada en la superficie de flexión Z a lo largo del eje óptico como una función de una distancia perpendicular r desde un punto de superficie seleccionado al eje óptico. Usando una representación común, la superficie de flexión Z(r) puede ser expresada como:

$$Z(r) = \frac{Cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2r^2}} + a_1r^2 + a_2r^4 + a_3r^6 + a_4r^8 + a_5r^{10},$$

- donde C es una curvatura de la superficie (recíproca del radio de curvatura de superficie), K es una constante cónica  $K = -e^2$ , donde e es una excentricidad de superficie que esta asociada con una superficie correspondiente a una sección cónica, y  $a_1, a_2, a_3, a_4,$  y  $a_5$  son coeficientes esféricos de potencia de series. El valor de una excentricidad de superficie e es mayor que uno de hiperboloides, igual a uno de paraboloides, entre cero y uno de elipsoides, y cero para superficies esféricas.

- Los lentes y los elementos de la lente se denominan con una potencia óptica positiva si las direcciones de rayo incidente paralelas a un eje óptico de la lente tiende a ser dirigido hacia el eje óptico después de la refracción. Tales elementos de la lente pueden producir imágenes reales de un objeto. Potencias ópticas negativas están asociadas con lentes que tienden a dirigir tales rayos paralelos lejos del eje de la lente y normalmente no producen imágenes reales de un objeto sin elementos de lente adicionales.

- Como se indica arriba, la descripción perteneciente a los conjuntos ópticos, para su uso en, por ejemplo, dispositivos de imágenes médicas tales como los endoscopios o catéteres, otros dispositivos de imagen medica o no medica, y métodos de imagen para uso medico así como otras aplicaciones. En algunos ejemplos convenientes, conjuntos ópticos son lo suficientemente baratos para la fabricación de manera que pueden ser incorporados en los dispositivos médicos de un solo uso. En otros ejemplos, conjuntos ópticos pueden ser configurados para su uso en dispositivos reutilizables. Se pueden obtener contraste de imagen y transmisión de lente mejorados en tales conjuntos recubrimientos antirreflejos de banda ancha o de banda estrecha en uno o más superficies de lente. En una realización representativa, un recubrimiento antirreflejo esta presente en todas las superficies de la lente excepto aquellos de un elemento de lente mayormente frontal (dirección objeto). Luz de control de aperturas para la reducción de ensanchamiento y f/selección de numero están generalmente definidos en placas de apertura. Tales placas pueden formarse de una variedad de materiales y están proporcionadas con aperturas adecuadas, normalmente aperturas circulares configuradas para ser centrado en el eje óptico de la lente.

- Como se indica arriba, en el uso de los conjuntos ópticos descritos en este documento en los dispositivos de imágenes medicas de un solo uso tales como los endoscopios. En una realización, el conjunto óptico descrito a continuación es encajado en un inserte sensor de imagen que soporta uno o más LEDs y un sensor de imagen como se describe en la U.S. Patent Application Nos. 10/811,781, y 10/956,007.

- Tales endoscopios están también descritos con más detalles a continuación. Sin embargo, otras configuraciones del conjunto óptico de los conjuntos ópticos descritos y un sensor de imagen pueden usarse.

- Refiriéndonos a la FIG. 1, un conjunto óptico 5 incluye un barrilete de lente 10 en el cual un numero de lentes, placas de apertura, espaciadores, y placas de conjunto como se describen a continuación están situados a lo largo de un eje óptico 2. Como se muestran en la FIG. 1 y FIG. 2B, el barrilete de lente 10 comprende un barrilete plástico que tiene un borde distal 14 que define una apertura de barrilete de lente que es más pequeño que un diámetro interior del barrilete de lente 10 a fin de formar un pico 15 que es configurado para retener elementos ópticos y otros en el barrilete de lente 10. Un borde proximal 12 tiene uno o más pestañas o similares que pueden ser formados sobre el ultimo elemento óptico (mayormente dirección imagen) u otro elemento del conjunto óptico 5 mediante calentamiento, flexión, moldura, o técnica similar con el fin de asegurar una pila de elementos ópticos incluyendo espaciadores y placas de aperturas en el barrilete de lente 10 en el borde proximal 12. En una aplicación típica, el borde distal 14 es dirección objeto del borde proximal 12 de modo que la radiación óptica de un objeto bajo investigación es recibida por el conjunto óptico 5 en el

borde distal 14 y dirigido a un plano de la imagen u otra ubicación a lo largo del eje óptico 2 a través del barrilete de lente 10. En un ejemplo representativo, un diámetro exterior máximo del barrilete de lente 10 es unos 4.75 mm y un diámetro interior es unos 3.6 mm. El diámetro exterior puede ser pisado de modo que las partes del barrilete de lente tienen diámetros exteriores de 4.7 mm y 4.6 mm también.

5 Como se muestra en la FIG. 1, un anillo-O anular o casquillo 20, un primer elemento de lente 30, una primera placa de apertura 40, un segundo elemento de lente 50, un diafragma de apertura 60, un elemento espaciador 70, un tercer elemento de lente 80, una segunda placa de apertura 90, y un cuarto elemento de lente 100 están situados dirección objeto a dirección imagen situados a lo largo del eje 2. El casquillo 20 tiene un diámetro exterior que permite que este sea insertado dentro del barrilete 10 y un diámetro interior seleccionado con el fin de sellar el primer elemento de lente  
10 contra el pico 15 del borde distal 14 a fin de evitar que entre aire en el conjunto óptico 5. En un ejemplo, el anillo-O 20 esta hecho de un polímero como el propileno de etileno co-polímero, un fluorocarburo como fluoruro de vinilideno hexafluoropropileno, copolímeros de acrilonitrilo-butadieno, u otros materiales que cumplan.

15 El primer elemento de lente 30 tiene una potencia negativa y es situado dirección imagen del casquillo 20. La placa de apertura 40 comprende un anillo anular hecho de, por ejemplo, un material de poliéster negro como, por ejemplo, tereftalato de polietileno o similar que es situado dirección imagen de la primera lente 30. La placa de apertura 40 define una apertura 41 y tiene un diámetro exterior configurado de modo que la placa de apertura 40 encaje dentro del barrilete de lente 10, mientras que un diámetro de la apertura 41 es seleccionado para reducir ensanchamiento en el conjunto óptico.

20 Una segunda lente 50 que tiene una potencia refractiva positiva es una situada dirección imagen de la placa de apertura 40 a lo largo del eje 2. Una placa de diafragma de apertura 60 es una situada dirección imagen de la segunda lente 50 y define una apertura 61 que sirve como un diafragma de apertura del conjunto óptico 5. La placa de diafragma de apertura 60 es normalmente un disco anular de un material de poliéster negro o similar que tiene un diámetro exterior seleccionado a fin de encajar dentro del barrilete de lente 10. Un diámetro de la apertura 61 es seleccionado para proporcionar un deseado numero-f una apertura numérica párale conjunto óptico 5.

25 Un elemento espaciador 70 es situado dirección imagen del diafragma de apertura 60 y se puede hacer de, por ejemplo, material plástico negro o similar. Una tercera lente 80 tiene una potencia refractiva positiva y es situada dirección imagen del espaciador 70. Una segunda placa de apertura 90 es situada dirección imagen de la tercera lente 80 y define una apertura 91 y se puede hacer de, por ejemplo, una material de poliéster negro o similar. Una cuarta lente 100 que tiene una potencia refractiva negativa es situada dirección imagen de la segunda placa de apertura 90 a lo largo del eje  
30 2.

35 Detalles adicionales de los elementos individuales representativos del conjunto óptico 5 se muestran en las FIGS. 2-11 y se describen más adelante. A menos que se note lo contrario, todas las dimensiones mencionadas ya sea en esta descripción o en los dibujos que lo acompañan están en milímetros. En algunos ejemplos, los elementos de lente pueden ser convencionalmente fabricados mediante moldeo por inyección. Para tales elementos, las partes de superficie óptica y las partes de conjunto mecánica pueden ser proporcionadas en una parte común. En la siguiente descripción, las partes destinadas como superficies de lente refractivas se conocen como partes de superficie óptica.

40 FIGS. 2A-2B ilustran más detalles del barrilete de lente 10. Como se muestran en las FIGS. 2A-2B, el barrilete de lente 10 es un barrilete hueco tubular que tiene un borde proximal 12 y un borde distal 14. El borde distal 14 tiene un diámetro interior que es menor que el diámetro interior del barrilete de lente 10 de modo que el borde distal 14 forma un pico 15 para asegurar elementos ópticos dentro del barrilete de lente 10. En un ejemplo, el borde proximal 12 incluye uno o más ranuras o muescas 16 para formar pestañas 22, 24 que pueden ser calentadas o de otro modo formadas para flexionarse sobre el elemento óptico más proximal en el conjunto óptico 5, es decir, la lente 100 en el ejemplo de la FIG. 1. De este modo, el conjunto de lente puede fijarse por soldadura térmica o con un adhesivo. Con el borde proximal fijado sobre la lente 100, los lentes, espaciadores, placas de apertura, y la placa de diafragma de apertura son retenidas  
45 dentro del barrilete de lente 10. En un ejemplo, el barrilete de lente 10 esta hecho de un acrílico u otro plástico como, por ejemplo, el plástico C1200-HF100 u otros plásticos, metales, cerámicas, u otros materiales. En aplicaciones típicas, el borde distal 14 es modo objeto del borde proximal 12 a lo largo del eje óptico 2.

50 FIGS. 3A-3B ilustran más detalles del casquillo 20 que es configurado para estar situado dentro del barrilete de lente 10 en el borde distal 14 para formar un sello entre el borde distal 14 del barrilete de lente 10 y el primer elemento de lente 30. El casquillo 20 está formado de un material elastomérico que es de algún modo compresible a fin de permitir al casquillo 20 proporcionar un sello sustancialmente hermético entre el borde distal 14 del barrilete 10 y el primer elemento de lente 30. Normalmente, las pestañas 22, 24 del barrilete de lente 10 están configuradas para instar a los lentes y otros elementos del conjunto de lente hacia el casquillo 20 de modo que el casquillo 20 presione contra el borde distal 14 a fin de formar un sello. Una apertura 21 del casquillo 20 es seleccionada para evitar obstaculizar la  
55 transmisión de luz a través del conjunto óptico. En un ejemplo típico, un diámetro exterior del casquillo 20 es unos 3.7 mm, un diámetro interior es unos 2.9 mm, y un espesor de casquillo sin comprimir es unos 0.3 mm. En algunos ejemplos, el casquillo sin comprimir tiene una sección transversal rectangular, cuadrada, o circular.

FIGS. 4A-4B ilustran un ejemplo representativo de el primer elemento de lente 30 que define superficies de lente óptico así como un conjunto conveniente u otras características mecánicas. En este ejemplo, la primera lente 30 tiene un

- 5 superficie de objeto secundario 32 que es sustancialmente esférica y convexa con un radio de curvatura  $R = +60$  mm. Una superficie de imagen secundaria 33 de la primera lente 30 incluye una parte de superficie de lente esférica cóncava 34 que tiene un diámetro de unos 1.58 mm. (Superficie constante de esta y otras superficies está listada a continuación en la Tabla 2.) Un espesor central de la primera lente 30 (entre la superficie 32 y la parte de la lente 34) es unos 0.778 mm.
- 10 Un canal en forma de V 35 de espesor axial de unos 0.3 mm y de diámetro interior de unos 2.6 mm se extiende alrededor de la circunferencia exterior del elemento de lente 30. El casquillo 20 es configurado para situarse al menos parcialmente en el canal 35 a fin de sellar el conjunto de lente. Un borde 36 es situada dirección imagen del canal 35 y tiene un diámetro de unos 3.6 mm y un espesor axial de unos 0.3 mm y un borde dirección objeto 37 correspondiente tiene un diámetro de unos 3.2 mm. El borde de imagen secundaria 36 es configurado para servir como un espaciador entre la primera lente 30 y un elemento óptico adyacente. Para las piezas moldeadas por inyección, una parte circunferencial 38 de la primera lente 30 es normalmente plana para dar espacio a cualquier vestigio de puerta que es un subproducto del proceso de moldeo por inyección de modo que la lente pueda encajar en el barrilete de lente 10.
- 15 La primera placa de apertura 40 está ilustrado en las FIGS. 5A-5B. La primera placa de apertura puede formarse de un poliéster negro u otro material plástico o similar y definir una apertura 41 seleccionada para reducir la ensanchamiento. Típicamente, la placa de apertura 40 tiene un diámetro exterior de unos 3.55 mm y tiene un espesor axial de unos 0.05 mm, y la apertura 41 es sustancialmente circular y tiene un diámetro de unos 1.53 mm.
- 20 Un ejemplo representativo de la segunda elemento de lente 50 es ilustrado en las FIGS. 6A-6B. La segunda elemento de lente 50 tiene un espesor axial de unos 0.8 mm y un diámetro exterior de unos 3.60 mm, y incluye una superficie óptica de objeto secundario 52 que es cóncava y tiene un radio de curvatura de unos 8.125 mm. Una parte de superficie óptica de imagen secundaria 54 es una superficie esférica convexa situada dentro de una apertura cónica 57 que tiene un diámetro interior mínimo de unos 2.2 mm. Un borde de dirección objeto 53 tiene un espesor axial de unos 0.138 mm medido desde una superficie mayormente dirección objeto del primer elemento de lente 50 a una parte mayormente dirección imagen de la superficie óptica 52. Un borde dirección imagen 55 tiene un espesor axial de unos 0.54 mm medido entre una superficie mayormente dirección imagen de la segunda lente 50 y una parte mayormente dirección imagen de la superficie óptica 54. Como se muestra en FIG. 6B, una parte circunferencial 56 del segundo elemento de lente 50 es aplanada para dar espacio a cualquier vestigio de puerta en el moldeo por inyección.
- 25 Refiriéndonos a las FIGS. 7A-7B, el diafragma de apertura 60 es formado como un disco circular de unos 3.55 mm de diámetro y que tiene un espesor axial de unos 0.05 mm, y incluye una apertura central 61 que tiene un diámetro de unos 0.38 mm. El diafragma de apertura 60 está muy bien formado de un material plástico negro como, por ejemplo, un material de poliéster negro como tereftalato de polietileno. El diámetro de la apertura central puede ser seleccionado basado en un número-f pretendido de lente, y en la realización ilustrada, el diámetro de apertura central proporciona un número-f de unos 7.2.
- 30 Como se muestran en las FIGS. 8A-8B, el espaciador 70 tiene un espesor de unos 0.89 mm y define una apertura 71 que tiene un diámetro de unos 2.4 mm. El espaciador 70 tiene una parte circunferencial aplanada 74 para cualquier vestigio de puerta de modo que no sobresalga más allá del diámetro exterior del espaciador de unos 3.52 mm. El espaciador 70 puede ser formado de un plástico negro como el acrílico u otro plástico como, por ejemplo, el material plástico C1200 HF-100. Otros plásticos, metales, vidrios, o materiales cerámicos pueden ser utilizados. Un diámetro exterior del espaciador 70 incluye una porción 72 achaflanada 45 grados.
- 35 Como se muestran en las FIGS. 9A-9B, el tercer elemento de lente 80 tiene una parte de superficie óptica de lado objeto 82 y una parte de superficie óptica de lado imagen 84. La parte de superficie de objeto secundario 82 es convexa y esférica, y tiene un radio de curvatura de unos 2.831 mm y un diámetro de unos 1.7 mm. La parte de superficie de imagen secundaria 84 es un asfera convexa de diámetro de unos 1.96 mm. La tercera elemento de lente 80 incluye una parte de conjunto circunferencial 81 de la que la parte de superficie óptica de objeto secundario 82 se extiende axialmente dirección objeto unos 0.131 mm y de la que la parte de superficie óptica de imagen secundaria 84 se extiende axialmente dirección imagen unos 0.14 mm. Un espesor central es de unos 0.9 mm. El tercer elemento de lente 80 incluye una superficie aplanada 86 y su circunferencia para facilitar el moldeo por inyección.
- 40 En ejemplos representativos, los elementos de lente 30, 50, 80 se pueden hacer de material plástico ZeonexB E48R de Zeon, Inc., un polímero de ciclo-olefina, u otros plásticos de lente adecuados que permitan a las lentes ser moldeados por inyección. Algunos como los plásticos ópticos tienen índice de refracción  $n_d$  de unos 1.5251, o 1.5094 en una longitud de onda de 587.6 nm y números Abbe de unos 56. Los elementos de lente de moldeo por inyección son normalmente revestimiento antirreflejo. Aunque los lentes de plástico son convenientes, los cristales ópticos, sílice fundido, u otros materiales pueden ser usados por los elementos de lente 30, 50, 80. Los materiales típicos tienen similar índice de refracción y números Abbe.
- 45 Como se muestran en las FIGS. 10A-10B, la segunda placa de apertura 90 define una apertura circular 91 que tiene un diámetro de unos 1.88 mm que es seleccionado por la reducción de ensanchamiento. La placa de apertura 90 es hecho preferiblemente de un material de poliéster negro como, por ejemplo, tereftalato de polietileno o similar, y es unos 0.05 mm de grosor.

5 La cuarta elemento de lente 100 es ilustrado en las FIGS. 11A-11B. La cuarta elemento de lente es típicamente hecho de un tipo de vidrio "pedernal" relativamente dispersiva a fin de proporcionar la corrección de aberraciones cromáticas. En ejemplos típicos, es usado el vidrio óptico ZF-52 que esta disponible de CDGM Glass Company Ltd. El elemento de lente 100 incluye una superficie óptica de objeto secundario 102 que tiene un diámetro de unos 2.0 mm y una superficie de imagen secundaria 105. Un diámetro de la cuarta elemento de lente es de unos 3.6 mm. La superficie óptica de objeto secundario 102 es cóncava con un radio de curvatura de unos 2.674 mm y se extiende axialmente dirección imagen desde una parte periférica plana dirección objeto 104 unos 0.194 mm. La superficie de imagen secundaria 105 es una superficie plana (plano). La cuarta lente 100 tiene un espesor central de unos 0.5 mm.

10 Las especificaciones completas de lente para una lente multi elemento representativo están listados en las Tablas 1-3. La Tabla 1 contiene datos básicos de la lente como una distancia focal, numero-f, campo de visión, distorsión, diámetro del campo de imagen, diámetro de la pupila de entrada. La Tabla 2 contiene curvaturas de superficie y materiales de lente. Las superficies 1, 2 son las superficies ópticas dirección objeto y dirección imagen de la primera lente, respectivamente, las superficies 3, 4 son las superficies ópticas dirección objeto y dirección imagen de la segunda lente, las superficies 6, 7 son las superficies ópticas dirección objeto y dirección imagen de la tercera lente, y las superficies 8, 9 son las superficies ópticas dirección objeto y dirección imagen de la cuarta lente. La superficie 5 es el diafragma de apertura. El radio de curvatura de las superficies planas se nota como infinito ("inf") en la Tabla 2.

15 Como se menciono anteriormente, algunas superficies son esféricas, y las superficies esféricas se observan con un \* en la Tabla 2. Las constantes esféricas para estas superficies están listadas en la Tabla 3. La distancia de pupila de salida es de 2.02 mm nominal de la ultima superficie de lente (es decir, la superficie mayormente dirección imagen de la cuarta elemento de lente 100). Una distancia del borde distal 14 del barrilete de lente 10 a una imagen plana es 7.63 mm con una ventana de vidrio de 0.5 mm en un sensor de imagen, como un reproductor de imagen CMOS, con una distancia del objeto de 7 mm.

20 En el ejemplo de la Tabla 2, es usado el plástico óptico XEON E48R para tres elementos de lente (30, 50, 80) y vidrio ZF-52 disponible de CDGM Glass Company Ltd. es usada para un elemento de lente (100). Materiales de otros fabricantes también pueden ser utilizados. Para mayor comodidad, el diseño de índices de refracción y los números de Abbe se incluyen en la Tabla 2.

25 Debido a que este conjunto de lente esta diseñado para su uso en la formación de una imagen de un objeto en una matriz de sensores de imagen, una ventana típica para este tipo de matriz se incluyen en la Tabla 1 en conjunción con las superficies 10, 11 asociado con una ventana de espesor de 0.5 mm vidrio óptico de K-9 CDGM Glass Company Ltd.

30

Distancia focal	1.8 mm
F#	7.2
Campo de Visión (FOV)	140 grados
Distorsión	dentro del 15% fuera de teta a máximo FOV
Diámetro de Campo de Imagen	4.30 mm
Diámetro de Pupila de Entrada	0.22 mm
Distancia de Objeto	10 mm
Distancia Focal Posterior	2.8 mm
Vía Total	7.76 mm
Magnificación	0.17
Función de transferencia de Contraste Policromático en el eje	> 80% a 30 lp / mm (meta negativa) a una distancia de objeto de 7 mm desde la primera lente vértice.

No. Sup.	Radio de Curvatura	Espesor	Material	Índice Refractivo	Numero Abbe
OBJETO	inf	7.000			
1 (32)	+60.000	0.500	E48R	1.531	56.04
2* (34)	+0.973	0.782			
3 (52)	-8.125	0.800	E48R	1.531	56.04
4* (54)	-1.491	0.538			
5. STOP		0.804			
6 (82)	+2.831	0.900	E48R	1.531	56.04
7* (84)	-1.193	0.100			
8 (92)	-2.674	0.500	ZF52	1.847	23.8
9 (94)	inf	2.200			
10	inf	0.500	K9	1.516	64.1
11	inf	0.138			
IMAGEN					

Tabla 3. Especificaciones de Superficie Asférica				
Sup.	K	$a_2$	$a_3$	$a_4$
2*	+0.5073543	+0.0	+0.0	+0.0
4*	+0.0	-0.018796213	-0.036606083	-0.068263035
7*	+0.0	+0.11189657	+0.014471055	+0.044036317

FIG. 13 es una vista transversal de un conjunto de lente completado como se ilustra en la FIG. 1. Algunos elementos (70, 80) no son necesariamente simétricos respecto al eje óptico 2 cuando se montan con el fin de, por ejemplo, proporcionar espacio de relieve para retener el exceso de adhesivo del conjunto. Los elementos están normalmente ensamblados en el barrilete de lente en un ambiente limpio. Mientras el objeto se observa como plano en la Tabla 2, un conjunto de lente puede ser configurado para obtener imágenes de un objeto curvo que tiene, por ejemplo, un radio de curvatura de 10 mm, 20 mm, u otros radios.

FIG. 12 ilustra un ambiente adecuado donde los conjuntos ópticos como se describen en este documento pueden ser utilizados. Un inserte sensor de imagen 150 comprende un componente generalmente semicircular con una parte superior redondeada 152 y una superficie generalmente de fondo plano 154. El inserte sensor de imagen 150 es diseñado para ser recibido de forma deslizante dentro de la tapa de un endoscopio de imágenes u otro dispositivo medico. Otros detalles del inserte sensor de imagen y de la tapa del endoscopio de imágenes se establecen en U.S. Patent Application No. 11/407,700, presentada el 20 de Abril de 2006. El inserto sensor de imagen 150 incluye un canal de refrigeración 158 a través del cual puede fluir un líquido o gas refrigerante. Un panel recubierto por circuito térmicamente (no mostrado), incluyendo uno o más LEDs de iluminación, pueden situarse en el canal de refrigeración 158 a fin de transferir calor desde los LEDs de iluminación al líquido o gas refrigerante. Una sonda circular 160 se puede proporcionar en el centro del inserte sensor de imagen 150 u otra ubicación y es configurado para recibir un conjunto óptico como el conjunto óptico 5. En un ejemplo representativo, la sonda 160 esta provista con una parada que ayuda a enfocar los elementos ópticos en el conjunto óptico 5 sobre un sensor de imagen posicionado en una superficie 162 que esta detrás y alineado con la sonda circular 160. Detalles adicionales de insertes sensores de imagen y de tapas de endoscopios de imágenes están establecidos en U.S. Patent Application No. 11/407,700 como se observa a continuación.

Como se menciona anteriormente, el conjunto óptico 5 puede ser ensamblado situando cada uno de elementos ópticos individuales en el barrilete de lente 10 en el orden apropiado. El elemento más próximo (la lente 100) es luego instado hacia el extremo distal 14 del barrilete de lente mediante las pestañas del barrilete de lente. Los varios lentes, espaciadores, y placas de apertura están así asegurados en el barrilete de lente 10 y comprimen el casquillo 20 de modo que se forma un sello hermético entre el lado distal u objeto del conjunto óptico 5 y el primer elemento de lente 30. Los componentes de imágenes de un endoscopio u otro dispositivo medico están organizados por el posicionamiento de un sensor de imagen detrás de la sonda 160 en el inserte sensor de imagen 150. El conjunto óptico 5 es insertado en la sonda 160 y fijado con un adhesivo o un asegurador. Los LEDs de iluminación pueden ser montados en una tabla de circuitos que esta ubicado en el canal de refrigeración 158.

Mientras las realizaciones ilustrativas han sido ilustradas y descritas, se apreciara que varios cambios se pueden hacer en los mismos sin apartarse del alcance de la descripción. Por ejemplo, el barrilete de lente se puede formar por la sonda 160 en el inserte sensor de imagen. Los elementos ópticos pueden ser apilados y comprimidos dentro de la sonda a fin de sellar el conjunto. Por ejemplo, se puede proporcionar un diámetro exterior más pequeño (quizás con una distancia focal reducida, numero-f incrementado, o un espesor de barrilete de lente reducido o combinaciones de las mismas) de modo que permita un canal de trabajo más grande para la cirugía y otros instrumentos a ser usados basados en imágenes proporcionados mediante una combinación de conjunto de lente/sensor de imagen. Reivindicamos todo lo que es abarcado por las reivindicaciones adjuntas.



**REIVINDICACIONES**

1. Una lente multi elemento, que comprende una pluralidad de elementos de lente situados de modo que una distancia focal efectiva es de unos 1.8 mm, un numero-f es menor que unos 8, y la distorsión esta dentro de unos 15% de f-theta en un campo de visión completo de 140 grados:

5 donde del primero al cuarto elemento de lente tienen superficies ópticas definidas por, desde una superficie mayormente dirección objeto a una superficie mayormente dirección imagen:

Superficie	Radio de Curvatura
1	+60.000
2	+0.973
3	-8.125
4	-1.491
5	+2.831
6	-1.193
7	-2.674
8	infinito

y donde las superficies mayormente dirección imagen del primer elemento de lente, el segundo elemento de lente, y el tercer elemento de lente son superficies esféricas definidas por:

$K$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
+0.5073543	0.0	0.0	0.0
+0.0	-0.18796213	-0.036606083	-0.068263035
+0.0	+0.11189657	+0.014471055	+0.044036317

10 donde  $K$  es una constante cónica, y  $a_2$ ,  $a_3$ , y  $a_4$  son coeficientes esféricos de series de potencia.

2. La lente multi elemento de la reivindicación 1, donde la pluralidad de elementos de lente incluye, desde dirección objeto a dirección imagen a lo largo de un eje óptico, un primer elemento de lente, un segundo elemento de lente, y un tercer elemento de lente de un material óptico común, y un cuarto elemento de lente de un material de lente diferente.

15 3. La lente multi elemento de la reivindicación 2, donde el primero, segundo, y tercer elemento de lente están hechos de un plástico óptico común, y el cuarto elemento de lente esta hecho de un vidrio flint.

4. La lente multi elemento de la reivindicación 3, donde el plástico óptico tiene un numero Abbe de unos 24 y el vidrio flint tiene un numero Abbe de unos 56.

20 5. La lente multi elemento de la reivindicación 2, que además comprende una primera placa de apertura que define una apertura de reducción de ensanchamiento situada entre el primer elemento de lente y el segundo elemento de lente y una segunda placa de apertura situada entre el tercer elemento de lente y el cuarto elemento de lente.

6. La lente multi elemento de la reivindicación 2, que además comprende un barrilete de lente configurado para recibir el primero, segundo, tercero, y cuarto elemento de lente, donde el primer elemento de lente incluye un canal circunferencial y un borde adyacente al canal de modo que un casquillo conforme retenido en el canal circunferencial es situado para ser comprimido entre el borde y un pico del barrilete de lente.

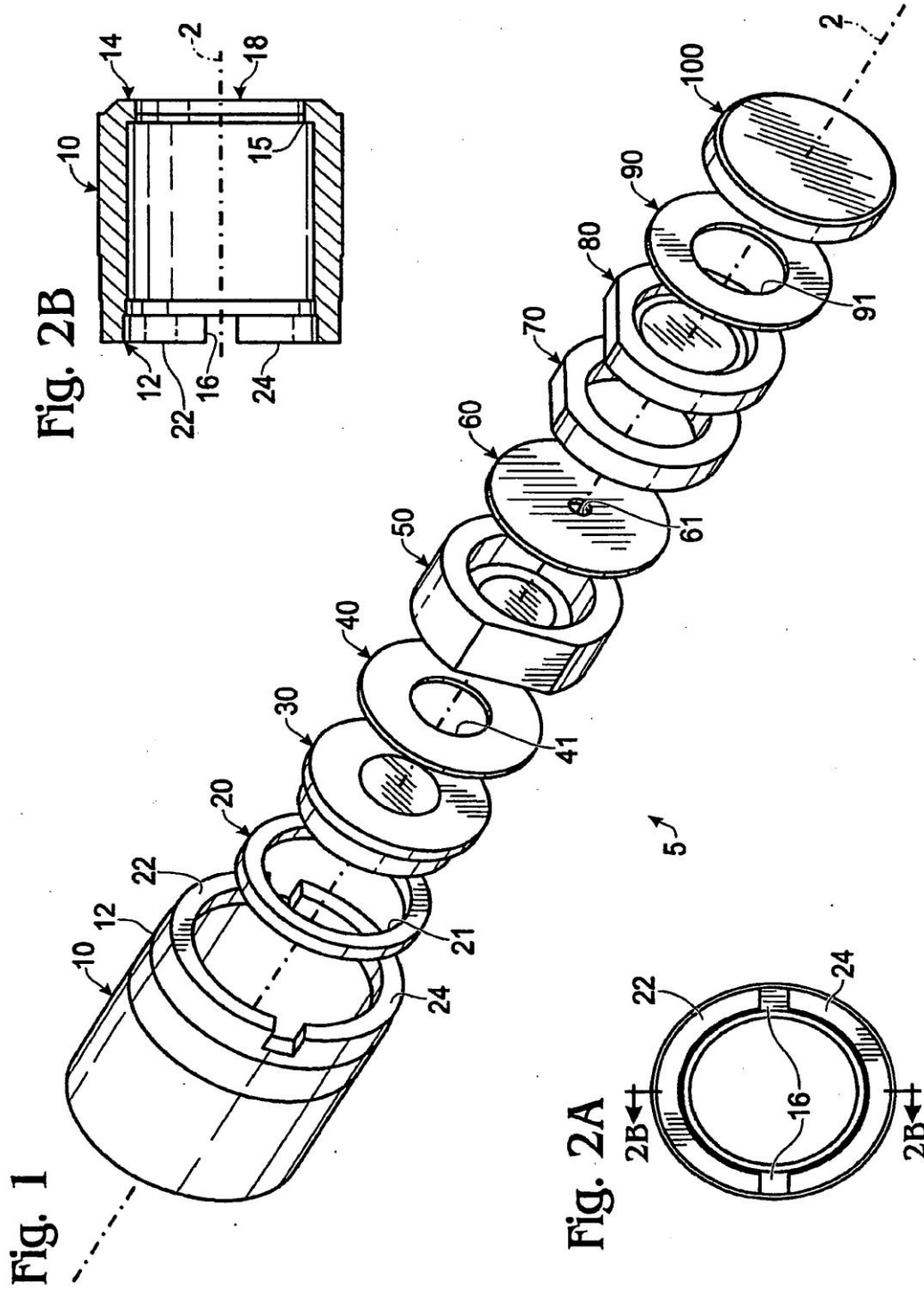


Fig. 3A

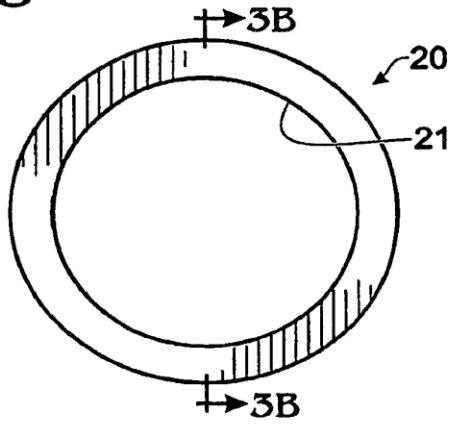


Fig. 3B

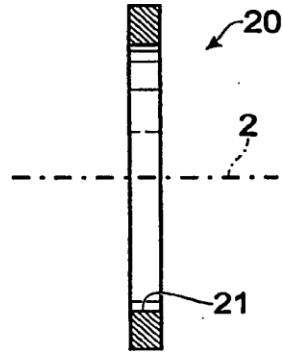


Fig. 4A

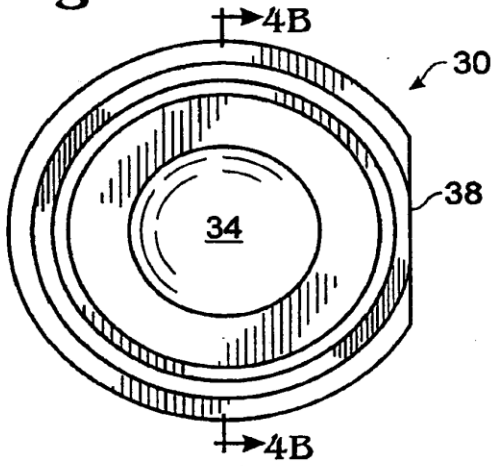


Fig. 4B

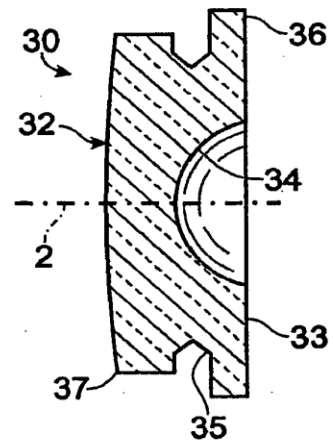


Fig. 5A

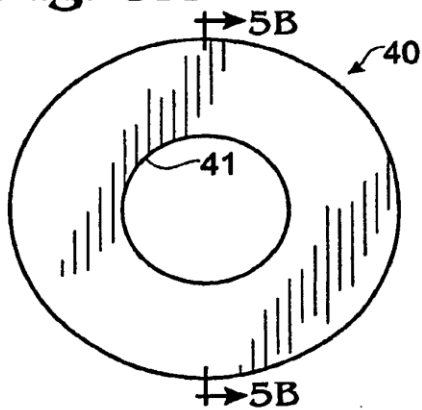


Fig. 5B

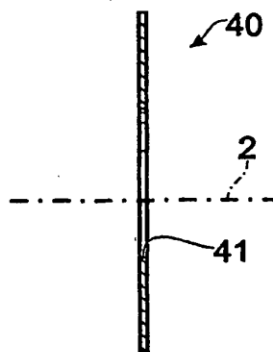


Fig. 6A

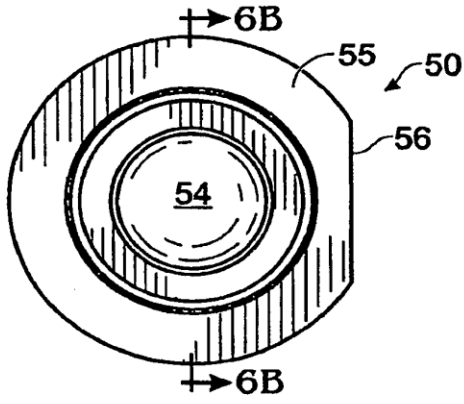


Fig. 6B

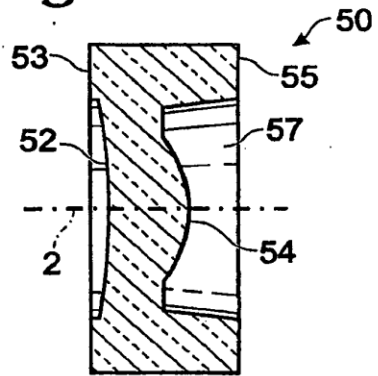


Fig. 7A

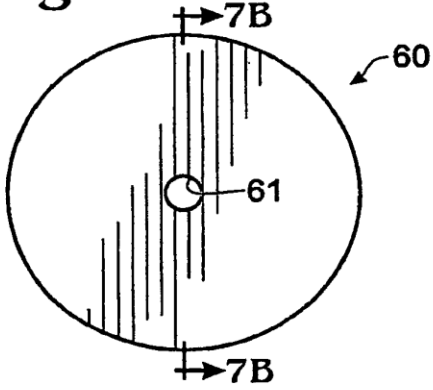


Fig. 7B

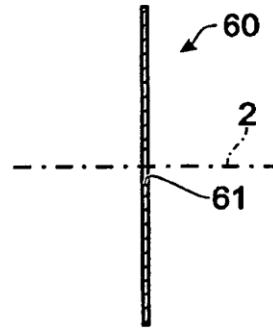


Fig. 8A

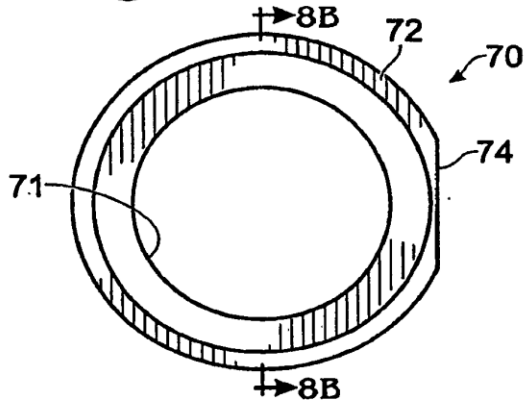


Fig. 8B

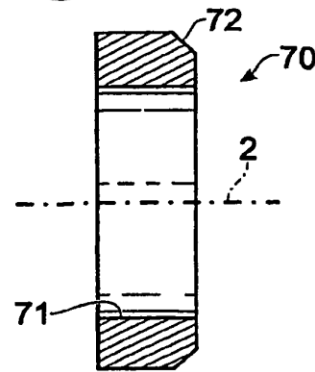


Fig. 9A

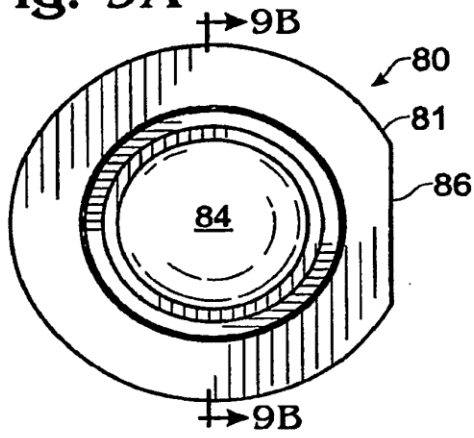


Fig. 9B

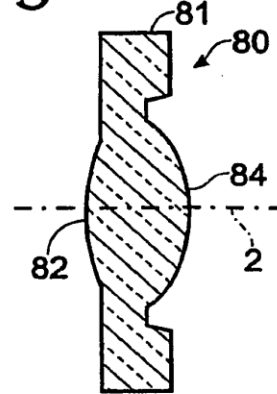


Fig. 10A

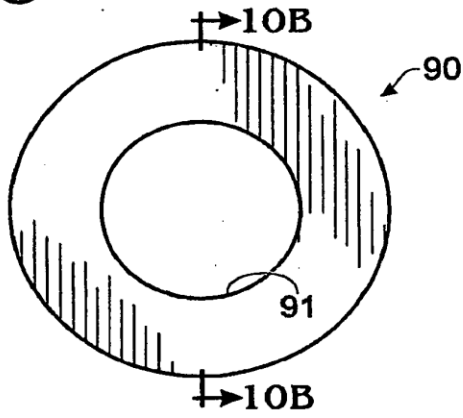


Fig. 10B

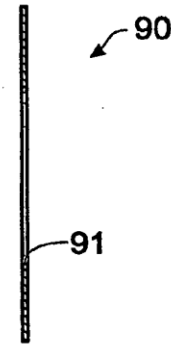


Fig. 11A

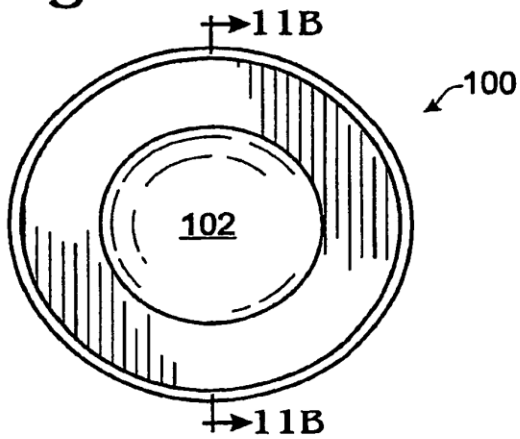


Fig. 11B

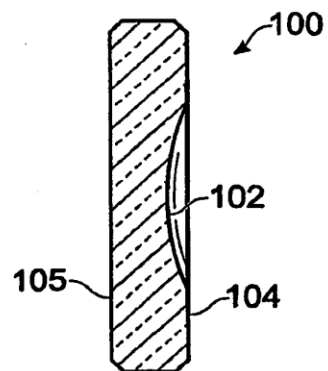


Fig. 12

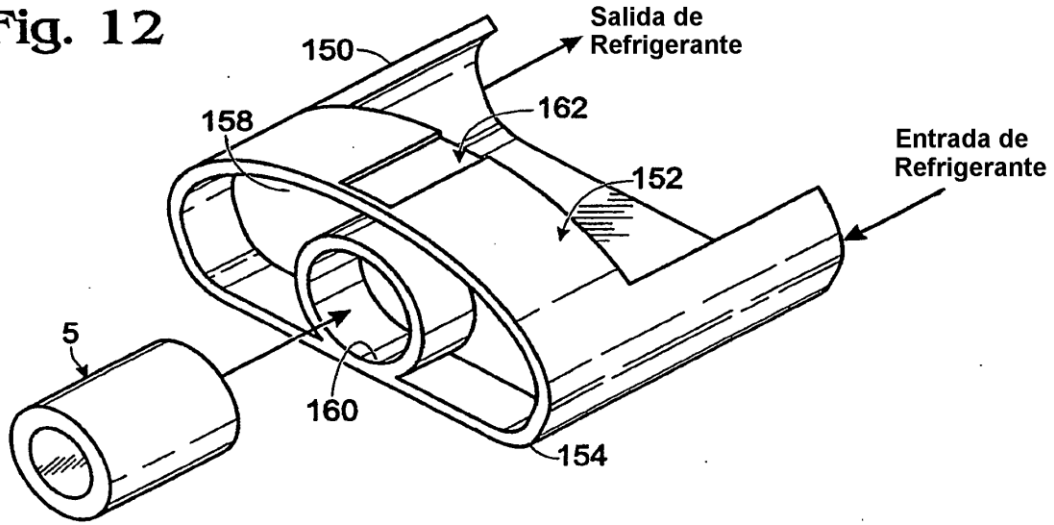


Fig. 13

