

415145

Int. Cl.²: G01N//G02B; G01N

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una
PATENTE DE INVENCION

Solicitante: AMERICAN OPTICAL CORPORATION

Domicilio: 14 Mechanic Street, SOUTHBRIDGE, Massachusetts

Enunciado: "METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA INSPEC
CIONAR LENTES OPTALMICAS".

ANEXO
PROMUEVA
Y LA EXAMINACION
Y CERTIFICACION

PRIORIDAD: de la solicitud de patente estadounidense
nº.266.193 del 26 de junio de 1972.

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Las lentes oftálmicas de vidrio que han sido tratadas por un procedimiento de intercambio iónico presentan una mayor resistencia a los impactos y una mejor durabilidad.

5 Es preciso inspeccionar estas lentes para determinar si la penetración deseada del proceso de intercambio iónico se ha producido antes de entregar las lentes al público. Esto puede hacerse ahora introduciendo en la capa externa endurecida ondas luminosas con refracción esencialmente rasante.

10 Ya que la capa externa endurecida es por naturaleza del tipo sometido a esfuerzos de compresión, el índice de refracción resultante es generalmente superior al de la parte interna de las lentes. Las ondas luminosas que se aplican con refracción esencialmente rasante se limitan a la capa sometida a esfuerzos de compresión y son guiadas a lo largo de dicha superficie a modo de onda superficial. La energía en forma de onda superficial puede ser refractada fuera de la capa superficial para proporcionar una señal de salida positiva. Si la capa endurecida no existe, estos rayos no seguirán la superficie de las lentes y por el contrario penetrarán en el interior de las mismas sin facilitar señal de salida.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

El invento está relacionado con la inspección de lentes oftálmicas tratadas superficialmente y se refiere más particularmente a un método y a un aparato mejorados y nuevos para inspeccionar las lentes oftálmicas de vidrio tra-
25 tadas superficialmente, y de modo todavía más particular las lentes oftálmicas de vidrio que han sido tratadas por medio de un proceso de endurecimiento químico por intercambio ióni-
30 co.

La Administración Federal de Productos Alimenticios y Drogas ha promulgado recientemente normas que exigen que todas las lentes oftálmicas prescrita en los Estados Unidos, sean sometidas a determinadas pruebas de resistencia a los choques. El objetivo principal de estas normas consiste en mejorar mucho la resistencia a los choques de las lentes oftálmicas para evitar que se produzcan heridas en los ojos de las personas que las llevan. Para cumplir estas normas sin que sea necesario utilizar lentes oftálmicas de espesor prohibitivo, ha sido necesario tratar las lentes oftálmicas para mejorar sus características de resistencia a los choques.

Una rotura del vidrio surge siempre en una superficie que está sometida a una tensión y, en general, el grado de tensión necesario para producir la rotura depende de la presencia de grietas superficiales. Por tanto, la resistencia de una pieza de vidrio está determinada por la resistencia de su superficie. Por este motivo, la resistencia del vidrio recocido puede ser expresada bajo la forma de la resistencia a la tracción crítica o básica que depende de la importancia de las grietas superficiales. Sin embargo, con el vidrio endurecido, los esfuerzos internos han de ser tenidos en cuenta además de la resistencia básica de la superficie.

El vidrio templado térmicamente se obtiene enfriando rápidamente vidrio calentado a una temperatura próxima a la del punto de ablandamiento. El vidrio tratado de esta manera se caracteriza porque está sometido a una fuerza de compresión en su superficie mientras que su interior está sometido a una fuerza de tracción. El valor más elevado de

la fuerza de compresión se produce en la superficie del vidrio donde desempeña un papel muy importante para determinar la resistencia del artículo de vidrio. La resistencia general puede ser expresada como siendo la suma de la resistencia básica más la fuerza de compresión superficial producida por el proceso de templado.

Un segundo método principal para la formación de una capa superficial sometida a un esfuerzo de compresión en los artículos de vidrio es un método conocido corrientemente bajo el nombre de intercambio iónico. En términos sencillos, un proceso de intercambio iónico consiste en substituir un ión metálico alcalino monovalente de grandes dimensiones por un ión metálico alcalino monovalente más pequeño en la capa superficial de un artículo de vidrio. Esta substitución de iones de grandes dimensiones por iones más pequeños hace que la capa superficial del artículo de vidrio presente una masa específica aparente más elevada que el interior, ayudando a crear una capa sometida a fuertes esfuerzos de compresión en la superficie mientras que la porción interna del artículo de vidrio está sometida a fuerzas de tracción. Otro factor que contribuye simultáneamente a las fuerzas de compresión es la alteración del coeficiente térmico de dilatación producida por la modificación y la composición de la capa superficial.

Ninguno de los métodos mencionados más arriba cambia el aspecto de las lentes en grado suficiente para que la presencia o la ausencia de la superficie tratada pueda ser determinada visualmente incluso por personas muy adiestradas. Por tanto, es necesario encontrar un método para determinar positivamente si las lentes han sido tratadas. En el caso

de lentes templadas térmicamente, esto no presenta ninguna dificultad. Por naturaleza, el vidrio sometido a fuerzas de compresión superficiales presenta un cierto grado de birrefringencia. En las lentes templadas térmicamente, ya que
5 el nivel absoluto de la fuerza, distribuida bajo la forma de una capa sometida a esfuerzos de compresión en la superficie y de una zona interna sometida a fuerzas de tracción, es apreciable en la mayor parte del cuerpo de las lentes, se produce una configuración característica de franjas de in-
10 terferencia cuando las lentes tratadas se colocan entre polarizadores cruzados. Si se intenta aplicar este mismo procedimiento a lentes que han sido endurecidas por el procedimiento de intercambio iónico, no se obtienen resultados similares. Esto se debe al hecho de que la capa superficial
15 sometida a fuerzas de compresión de las lentes tratadas químicamente es extremadamente fina en comparación con la capa superficial sometida a las fuerzas de compresión en las lentes templadas térmicamente; por tanto, el espesor del vidrio sometido a fuerzas de compresión elevadas es mucho más pequeño que en las lentes templadas térmicamente. De ahí que el
20 método que consiste en utilizar polarizadores cruzados aunque teóricamente factible, no sirve como dispositivo práctico para la comprobación de las lentes templadas químicamente.

Una capa superficial que tiene un índice de refracción superior al índice de refracción del substrato
25 subyacente en lentes oftálmicas puede formarse por otros métodos además del proceso de intercambio iónico mencionado. Es igualmente necesario disponer de un medio por el cual pueda determinarse la presencia de todas dichas capas superficiales con índice de refracción más elevado. Por tanto, el tér-
30

mino "tratado superficialmente" se utilizará para designar todas dichas capas superficiales, cualquiera que sea el método exacto por medio del cual hayan sido formadas dichas capas superficiales. El término "tratamiento superficial" se referirá a cualquier procedimiento por medio del cual se formen las capas tratadas superficialmente.

Por ejemplo, numerosas lentes oftálmicas se fabrican ahora con materiales plásticos. A veces es necesario recubrir estas lentes con una fina capa de material que presenta a menudo un índice de refracción superior al de la zona interna de la lente. La prueba con polarizadores cruzados no puede ser realizada en este caso tampoco ya que por naturaleza el interior de las lentes de plástico presenta un cierto grado de bi-refringencia y tiende a producir el dibujo de franjas de interferencia que se observa cuando se sitúan las lentes de plástico entre los polarizadores cruzados.

RESUMEN DEL INVENTO

Por consiguiente, un objeto del invento consiste en proporcionar un método y un aparato para determinar positivamente si unas lentes oftálmicas han sido sometidas a un tratamiento superficial.

Un segundo objeto del invento consiste en proporcionar un método y un aparato adecuados particularmente para la inspección de lentes oftálmicas que han sido sometidas a un proceso de tratamiento superficial por intercambio iónico.

Otro objeto del invento consiste en proporcionar un método y un aparato de este tipo que puedan ser utilizados para la inspección de lentes de plástico tratadas superficialmente.

Otro objeto del invento consiste en proporcionar un método y un aparato de este tipo de funcionamiento y construcción sencillos.

5 Otro objeto más del invento consiste en proporcionar un método y un aparato de este tipo que pongan a disposición del técnico una simple prueba de "pasa-no pasa" respecto a la presencia de una capa tratada superficialmente en lentes oftálmicas.

10 En pocas palabras, el invento incluye, en sus aspectos más amplios, un método y un aparato para inspeccionar una lente oftálmica con el objeto de determinar la presencia de una capa externa tratada superficialmente en una superficie curva compuesta refringente de la lente oftálmica. La capa externa tratada superficialmente presenta un índice
15 de refracción superior al de la zona interior de la lente oftálmica. Un elemento de proyección formado por un material óptico que tiene un índice de refracción superior al de la capa externa tratada superficialmente se sitúa en contacto óptico con la superficie refringente y forma con ésta
20 una primera zona interfacial. Se dirige un haz de luz sobre una ventana de entrada del elemento de proyección. La dirección de este haz de luz se ajusta tanto dentro del elemento de proyección como a la salida de éste para producir rayos del haz de luz que se acercuen a la primera zona interfacial
25 con un ángulo ligeramente inferior al ángulo crítico de reflexión total interno. Este ángulo es determinado por los índices de refracción del material óptico y de la capa externa tratada superficialmente. Los rayos se refractan en la primera zona interfacial con una refracción casi rasante
30 y una parte de la luz se propaga a continuación a lo largo

de la superficie de la lente oftálmica en forma de radiación superficial por guía de ondas solamente si la capa externa tratada superficialmente está presente. Si la capa externa tratada superficialmente no está presente, toda la luz refractada sigue en la lente en forma de ondas transversales que no se ciñen a la superficie y que pueden divergir respecto a ésta. Un elemento receptor, constituido igualmente por un material óptico que tiene un índice de refracción superior al de la capa externa tratada superficialmente está situado en contacto óptico con la superficie refringente y forma con ésta una segunda zona interfacial. El elemento receptor se sitúa de modo que esté alineado con las ondas guiadas superficialmente que se propagan a lo largo de la superficie. Cuando la radiación alcanza el elemento receptor, los rayos son refractados a través de la segunda zona interfacial y penetran en el elemento receptor. En este momento la presencia de estos rayos puede ser detectada. Su presencia indica que la capa externa tratada superficialmente está presente en la lente oftálmica.

Otros objetos, ventajas y características del invento podrán verse claramente en la disposición de las partes constitutivas descrita detalladamente en la siguiente Memoria tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos.

DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

En los dibujos,

La figura 1 es una vista ilustrativa oblicua de un transductor de onda superficial útil para la práctica del invento;

La figura 2 es una vista en alzado lateral, parcialmente esquemática del transductor de onda superficial

de la figura 1, que representa algunos de los principios de funcionamiento del invento;

La figura 3 es un diagrama esquemático útil para describir otras características de funcionamiento del invento;

La figura 4 es una representación diagramática del dispositivo del invento útil para describir la configuración operacional del invento;

La figura 5 es una representación de la configuración de salida formada en una pantalla de vidrio esmerilado para una lente oftálmica endurecida químicamente típica; y

La figura 6 es una vista ilustrativa oblicua de una segunda forma del transductor de onda superficial de acuerdo con el invento.

DESCRIPCION DETALLADA DEL MODO DE REALIZACION PREFERIDO

Para describir los principios y modo de realización del presente invento con referencia a los dibujos adjuntos, se utilizarán números de referencia idénticos para identificar los elementos similares del aparato.

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1 de los dibujos, se ve que representa un modo de realización preferido de un transductor de onda superficial indicado por el número de referencia 10 y que es la parte básica del invento descrito aquí. El transductor de onda superficial 10 incluye tres elementos principales, un elemento de proyección 12, un elemento receptor 14 y un deflector de absorción de luz interpuesto 16. Una ventana de entrada pulida 18 está formada en el elemento de proyección 12 y, de la misma manera, una ventana de salida pulida 20 está formada en el

elemento receptor 14. La superficie inferior 22 del elemento de proyección 12 y la superficie inferior 24 del elemento receptor 14 están formadas en una superficie esférica común. En este modo de realización, el deflector 16 de absorción de luz no se extiende hasta la superficie esférica común que contiene las superficies 22 y 24 dejando así un canal 26 que separa las superficies 22 y 24.

Este modo de realización del invento está destinado a ser utilizado en superficies curvas cóncavas, es decir superficies de lentes oftálmicas normales cóncavo-esféricas y cóncavo-tóricas, (que contienen corrección tanto esférica como cilíndrica). El radio de curvatura de la superficie esférica común que contiene las superficies 22 y 24 es tan corto por lo menos como el radio de curvatura local más corto de cualquier punto de la superficie de cualquier lente que haya de ser examinada por el transductor de onda superficial.

El transductor de onda superficial 10 que se representa en la figura 1 se utiliza para lanzar y recibir la energía de onda superficial situándolo, según se representa en la figura 2, en contacto óptico con la estructura de guía de ondas adecuada. En este caso, la estructura de guía de ondas está constituida por una lente oftálmica 28 que tiene una porción superficial 30 templada químicamente en su superficie cóncava. La "estructura" de guía de ondas contiene tres regiones distintas, (1) el substrato de la lente oftálmica 28 que soporta la capa templada 30 y que se mezcla imperceptiblemente con la capa cuando la estructura de guía de ondas es inducida en un material homogéneo por tratamiento de intercambio iónico de la superficie expuesta; (2) la capa tem-

placa químicamente 30 propiamente dicha; y (3) la región 31 exterior a la superficie y que está generalmente ocupada por aire u otro material distinto del material del substrato o del material de la capa. Los índices de refracción de estas tres regiones en todas las zonas salvo las zonas donde ha sido situado el transductor de onda superficial o un elemento del mismo, presentan el siguiente orden:

$$n_{30} > n_{28} > n_{31}.$$

Las porciones de elemento de proyección y de recepción 12 y 14 del transductor de onda superficial 10 deben tener cada una un índice de refracción superior al de la capa de guía de ondas 30. Una película de un fluido límpido ópticamente transparente 32 que tiene un índice de refracción parecido al de los elementos de proyección y de recepción y superior al índice de refracción de la capa de guía de ondas 30 se introduce entre el transductor de onda superficial 10 y la capa de guía de ondas 30 de modo que bajo el efecto de la tensión superficial y de la acción capilar forme dos anillos aproximadamente semicirculares de fluido en contacto íntimo con las porciones superficiales inferiores comunes del transductor de onda superficial 10 y de la capa de guía de ondas 30 alrededor de los puntos donde están en contacto las unas con las otras, indicados por 48 y 50. De este modo se deja descubierta una tira de la guía de ondas transversal al trayecto de propagación donde el canal 26 cruza la superficie de la capa de guía de ondas 30.

Un haz divergente de radiación óptica 38 se obtiene de una fuente 34 de superficie reducida y se dirige hacia la ventana de entrada de proyección 18 con un ángulo tal que por refracción esta radiación sea dirigida hacia la

película de fluido 32 y choque con la superficie de separación entre el fluido y la capa de guía de ondas o casi con el ángulo crítico para obtener una reflexión total interna. Este ángulo es función de los índices de refracción respectivos de la capa de guía de ondas y del fluido interfacial. Preferentemente, la superficie iluminada estará situada cerca del borde delantero 48 del dispositivo de proyección 12. La flecha con cabeza doble indicada por el número de referencia 35 representa la posibilidad de reglaje de la posición de la fuente 34 que es necesaria para que la intersección del haz luminoso 38 con la superficie interfacial guía de ondas-fluido pueda situarse adecuadamente a lo largo de la superficie interfacial y con el ángulo adecuado respecto a ésta.

Cuando el haz luminoso ha sido así ajustado adecuadamente, una cierta cantidad de la energía contenida en él es transferida al guía de ondas a partir del haz refractado y es guiada por debajo del intervalo de barrera cubierto por el canal 26, por medio de la capa de guía de ondas 30. El rayo 42 es un ejemplo de un rayo así guiado. Una cierta parte de la energía que penetra en el elemento de proyección 12 choca inmediatamente con la superficie de separación 46 entre el elemento de proyección 12 y el deflector de absorción de luz 16 y queda absorbido en este punto. Dicho rayo se representa en 40. Además, una cierta cantidad de la energía, según se representa por el rayo 44, choca con la superficie 22 con un ángulo tal que una porción del mismo, 44r, sea reflejada en la superficie y absorbida de nuevo por el deflector 16. Una segunda porción de este rayo puede ser transferida a la superficie refringente pero no con un ángulo de refracción rasante y por tanto es transmitida a través de la

capa de guía de ondas 30 hasta el sustrato 28 y se pierde. Solamente aquella porción de la energía que al entrar en la capa de guía de ondas 30 esté en la posición de refracción rasante o casi en esta posición, será conducida a lo largo de la superficie de la capa de guía de ondas 30. Ya que la superficie a lo largo de la cual la energía de onda superficial se propaga es de naturaleza curva, alguna parte de esta energía se escapará necesariamente en el interior del sustrato 28 y se perderá también. Sin embargo, a pesar de estas pérdidas, una gran parte de la energía transmitida en el modo de onda superficial llega al borde delantero 50 del elemento receptor 14. En este punto, debido a la capa de fluido 32 con elevado índice de refracción, la energía es refractada fuera de la capa de guía de ondas 30 y penetra en el elemento receptor 14 a través de la superficie 24. La energía recibida, según se indica por el haz 52, es refractada entonces en el medio ambiente 31 en la ventana de salida 20 del receptor. La energía es detectada por cualquier detector de energía adecuado. Se representa en 54 una indicación visual en una pantalla de observación de vidrio esmerilado 36.

Se observará que, en las condiciones idealizadas que se representan en la figura 2, las películas de fluido, la curvatura de la superficie inferior del elemento receptor 14, y la curvatura de la capa de guía de ondas 30, contribuyen todas a impedir que cualquier energía óptica salga por la ventana 20 de salida del receptor salvo aquella energía que ha sido guiada por la superficie en un modo de onda superficial. Si la capa de guía de ondas 30 está ausente de la superficie, o si el espesor y/o el índice de refracción de la capa 30 son tales que una onda superficial no pueda es

tablecerse para las longitudes de onda ópticas del haz de iluminación 38, entonces ninguna energía óptica saldrá del elemento receptor 14 incluso si se han establecido todas las demás condiciones de propagación por guía de ondas.

5 Ahora es preciso examinar con más detalles
cuales son estas condiciones necesarias para la propagación.
Haciendo referencia a la figura 3, se ve que se representa
en ella una superficie de separación esférica 68 entre dos
medios ópticos, de los cuales el medio superior es homogé-
10 neo y con un índice de refracción superior al del medio in-
ferior. El medio inferior, que tiene una superficie superior
cóncava, puede tener una capa de guía de ondas dentro o en
esta superficie. Se desea refractar la energía óptica a
través de la superficie de separación 68 a partir del medio
15 superior en el medio inferior de modo que la energía refrac-
tada sea proyectada casi paralelamente a la superficie en el
punto de refracción. La geometría de una fuente que realiza
esta operación eficazmente puede ser representada por la
siguiente construcción. El número de referencia 56 se refie-
20 re a la mitad de un grán círculo que se ajusta a la superfi-
cie de separación refringente esférica 68. Este grán cír-
culo puede establecer la dirección en la cual se desea pro-
yectar la energía, es decir la dirección de propagación ha
de ser perpendicular al plano del grán círculo. Los planos
25 de incidencia de los rayos, llamados a continuación rayos
de refracción crítica, que serán tangentes al círculo después
de la refracción, se cortan todos en la perpendicular 62 al
plano del círculo 56 proyectada por el centro del círculo
58. Se representa un rayo 70 que se refracta en el nadir
30 68 del círculo. Este rayo y la perpendicular 62 al grán cír-

culo 58 forman un plano llamado plano perpendicular. La intersección de los rayos tales como 70, se indica por el número de referencia 60. La distancia \underline{d} entre el punto de intersección 60 y el centro 58 está determinada por el radio \underline{r} del círculo 56 y los índices de refracción relativos de los dos medios ópticos, n_1 para el medio superior, y n_2 para las capas superficiales del medio inferior, de acuerdo con la ley de refracción de Snell bien conocida,

$$n_1 \text{ sen } \theta = n_2 \text{ sen } 90^\circ \quad (1)$$

donde

$$\text{sen } \theta = \frac{d}{(d^2 + r^2)^{1/2}} \quad (2)$$

Es decir que:

$$d = \frac{rn_2}{(n_1^2 - n_2^2)^{1/2}} \quad (3)$$

15

En general, los índices de refracción n_1 y n_2 varían algo con la longitud de onda λ de modo que la refracción es dispersiva. Sin embargo, se observará que a no ser que los dos medios tengan con mucha precisión el mismo índice de refracción, aunque tengan simultáneamente valores de dispersión diferentes, la distancia \underline{d} es substancialmente constante en todo el espectro óptico de las longitudes de onda. Una fuente de luz puntual en la intersección 60 proyecta la energía óptica con eficacia en todos los puntos de la superficie de separación que están situados en el grán círculo 56.

25

Los puntos de proyección en un grán círculo próximo 56' que corta el grán círculo 56 en los dos polos 64 y 66, está inclinado sobre éste con un ángulo α y exigen rayos de refracción crítica emanando de una fuente situada en el

30

el punto 60'. El punto 60' está igualmente situado en el plano perpendicular mencionado más arriba a una distancia d a partir del centro 58 pero a lo largo de una línea 62' inclinada respecto a la perpendicular 62 en el ángulo α . Puede verse que una serie continua de grandes círculos que cubren completamente la superficie de separación esférica, exige una línea continua de fuentes puntuales formando un arco circular en el plano perpendicular. El arco tendría un radio d y estaría centrado en el centro de curvatura 58 de la superficie de separación esférica 68 y subtendería un ángulo igual al que está subtense por la superficie de proyección (refringente) en la dirección de la proyección.

Ahora bien, si se interponen otras superficies refringentes o reflectantes entre una fuente real y la superficie de separación refringente esférica, estos elementos deberían situarse y tener una forma tal que la imagen proyectada de la fuente, ya sea real o virtual, tenga la configuración de arco descrita aquí para la proyección más eficaz de la energía óptica disponible a partir de ésta fuente.

Las ecuaciones mencionadas más arriba se aplican también a la energía guiada superficialmente que es refractada fuera de la guía de ondas en un receptor tal como 14 en la figura 1. El haz recibido es en general astigmático y cromático. Cerca de la zona del receptor, el haz se dispersará en una configuración sensiblemente horizontal tal como la que lleva el número de referencia 74 en la figura 5, con una sección transversal que es aproximadamente la superficie del receptor proyectada en la dirección del haz que sale. Los rayos de longitudes de ondas diferentes saldrán con ángulos ligeramente diferentes de modo que el haz

divergirá cromáticamente en el plano de la figura 2 mientras que convergerá en la dirección perpendicular a este plano. A la distancia \underline{d} , el haz habrá penetrado enteramente en el plano de modo que existe una línea de sección transversal a lo largo de un arco en este plano.

5

Si la fuente lineal descrita con relación a la figura 3 puede tener una extensión lateral, la energía puede ser proyectada en un abanico de rayos a lo largo de la superficie de separación; el ángulo subtendido por estos rayos será una función directa del ángulo lateral subtendido por la fuente, medido a partir del centro 58. La radiación recibida convergirá hacia el plano perpendicular del receptor para formar un haz con una dimensión lateral mínima relacionada directamente con la de la fuente. Si los elementos de proyección y de recepción son idénticos, las dos dimensiones laterales serán iguales y en caso contrario puede producirse bien una amplificación o bien una atenuación según las relaciones entre estas dimensiones.

10

15

20

25

30

Debe hacerse resaltar en este momento que aunque la descripción que antecede se haya hecho en torno a un transductor de onda superficial que combina integralmente los elementos de proyección y de recepción con el deflector de absorción de luz interpuesto, el invento puede igualmente llevarse a la práctica con elementos de proyección y de recepción separados. La estructura integrada que ha sido descrita constituye solamente una configuración adecuada para la fabricación y la utilización. Cuando constituyen elementos separados, los elementos de proyección y de recepción pueden tener configuraciones diferentes y utilizar materiales distintos y pueden situarse individualmente en las lentes of

tálmicas. Además, el deflector de absorción de luz puede ser eliminado cuando los elementos de proyección y de recepción son separados. Una función principal del deflector consiste en alinear, separar y pre-posicionar relativamente los elementos de proyección y de recepción. Salvo si se interpone algún otro dispositivo de absorción o de bloqueo de la luz entre los elementos de proyección y de recepción, se producirá una cierta reducción de rendimiento ya que algunas radiaciones directas que están absorbidas normalmente, se mezclarán con la señal recibida y enturbiarán esta señal.

Hasta ahora, se ha tenido en cuenta solamente la presencia de una capa superficial con elevado índice de refracción obtenida por un proceso de intercambio iónico en la superficie de la lente oftálmica. Se observará una vez más que el aparato que antecede funcionará con las mismas cualidades en cualquier estructura de guía de ondas adecuada formada en la superficie de una lente, cualquiera que sea su origen.

Aunque, teóricamente, el dispositivo que se acaba de describir puede funcionar con la misma eficacia en lentes que han sido templadas térmicamente, los resultados preliminares indican que su rendimiento es muy superior con las lentes templadas químicamente. Por tanto, aunque las lentes templadas térmicamente están incluidas en el alcance del invento, el modo de operación preferido está relacionado con las lentes templadas químicamente.

Se observará que la proyección y la recepción de ondas ópticas guiadas superficialmente con el objeto de examinar algunas características de una guía de ondas superficial, de conducir las radiaciones ópticas o de transmitir

imágenes ópticas o información de telecomunicación a frecuencias ópticas ha sido desarrollado como arte y ciencia. Los dispositivos para estas aplicaciones han sido diseñados principalmente para funcionar en guías de onda planas o han sido desarrollados para zonas de proyección y de recepción planas en un guía de ondas que puede tener una forma curva entre las superficies de proyección y de recepción. Se da en la Patente de los Estados Unidos nº 3.489.481 una explicación detallada de las ondas guiadas superficialmente.

El presente invento incluye igualmente un nuevo método para inspeccionar lentes oftálmicas con el fin de determinar la presencia de una capa externa tratada superficialmente, y dotada de un índice de refracción más elevado que el índice de refracción del substrato subyacente. El método incluye el situar un elemento de proyección 12, con referencia a la figura 2, que está formado en un material óptico que tiene un índice de refracción superior al de la capa externa tratada superficialmente, en contacto óptico con ésta, por ejemplo mediante la interposición de un fluido ópticamente transparente 32 entre ellas. Se dirige un haz de luz 38 hacia una ventana de entrada 18 de este elemento de proyección. La dirección del haz de luz 38 se ajusta de modo que los rayos sean refractados en primer lugar por la superficie de separación entre el medio ambiente 31 y el elemento de proyección 12, es decir en la ventana de entrada 18, y a continuación en la superficie de separación entre el fluido 32 y la capa externa tratada superficialmente 30, de modo que los rayos puedan acercarse a la superficie de separación con un ángulo algo inferior al ángulo crítico de reflexión total interna. Este ángulo, tal y como se ha indicado más arriba,

está determinado por los índices de refracción de los materiales de las superficies de separación. Los rayos se refractan a continuación en la superficie de separación casi con el ángulo rasante y se propagan a lo largo de la superficie de la lente si, y solamente si la capa externa tratada superficialmente está presente. Si no hay capa de material con índice de refracción más elevado en la superficie de la lente oftálmica, los rayos no son guiados a lo largo de la superficie de ésta sino que penetran en la lente. Un elemento receptor se sitúa en contacto óptico con la superficie formando así una segunda superficie de separación con ésta. El elemento receptor se sitúa en la superficie de modo que esté alineado con cualesquiera rayos que se propaguen a lo largo de dicha superficie y está separado del elemento de proyección situado anteriormente. El elemento receptor está igualmente formado de un material óptico que tiene un índice de refracción superior al de la capa externa tratada superficialmente de modo que cuando los rayos que se propagan a lo largo de la superficie de la capa alcanzan el elemento receptor, éstos rayos son refractados a través de la segunda superficie de separación en el elemento receptor. La presencia de estos rayos es detectada a continuación a su salida a través de la ventana de salida del elemento receptor. La presencia de los rayos que salen indica que la capa de material con elemento índice de refracción, está presente en la superficie de la lente oftálmica.

Los peritos en la materia podrán idear numerosas modificaciones en el aparato y el método descrito aquí. Por ejemplo, aunque se haya descrito más arriba el dispositivo de proyección y el dispositivo de recepción situados en la su-

perficie cóncava de la lente oftálmica, podría realizarse una comprobación similar en la superficie convexa de las lentes. La diferencia entre los dos procedimientos y la razón por la cual se prefiere utilizar la superficie cóncava es que una
5 cierta parte de la luz que alcanza la superficie de separación entre el elemento de proyección y la superficie de la lente oftálmica es transmitida a través de dicha superficie de separación hacia el interior de la lente, por ejemplo según se representa por medio del rayo 44t en la figura 2.

10 Cuando la inspección se hace en la superficie convexa de la lente, una cierta parte de esta luz transmitida se desplaza a través de la cuerda de la superficie expuesta y es captada por el elemento receptor. Esta radiación forma un fondo luminoso constante sobre el cual se proyecta la configuración
15 cromática recibida tal como se representa en la figura 5 en lugar de visualizarse sobre el fondo oscuro presente cuando se utiliza la superficie cóncava de la lente.

Otra modificación del invento se representa en la figura 6. En este modo de realización, el deflector de absorción de luz 82 que está dispuesto entre el elemento de
20 proyección 78 y el elemento de recepción 80 de un transductor de onda superficial 76 se extiende ahora hasta las superficies inferiores de los elementos de proyección y de recepción 78 y 80 en una superficie esférica común 88. La ventana de entrada y la ventana de salida 84 y 86, respectivamente, se forman como en el modo de realización anterior. Este
25 modo de realización aprovecha el hecho de que la energía a modo de guía de ondas contenida en la capa superficial de la lente se "escapa" en un grado relativamente más reducido.
30 Por tanto, cuando un transductor de onda superficial tal como

76 se apoya sobre una superficie de curvatura poco profunda y cuando se introduce entre ellos un fluido de índice de refracción apropiado para formar un aro completo alrededor del punto de contacto, el deflector puede tener un espesor apreciable por ejemplo de 3 mm. en el sentido de la dirección de propagación y una cantidad substancial de energía guiada superficialmente alcanza todavía el elemento receptor y sale de éste. Además, las inter-reflexiones en la zona de forma triangular llena de fluido entre las dos superficies sólidas de la guía de ondas en comparación con la combinación de proyector-deflector-receptor, hace que una cantidad de energía suplementaria salga del receptor. Estos haces suplementarios, véase figura 5, salen con ángulos que difieren en unos pocos grados del ángulo de salida de la onda más fundamental guiada superficialmente 90, de modo que este haz está acompañado por haces suplementarios astigmáticos y cromáticos 92 que ayudan a situar el haz guiado superficialmente más fundamental. El número de dichos haces 92 depende del radio de la superficie que se examina. Cuanto más largo es el radio de la superficie, tanto menor es el número de haces suplementarios 92.

Otras modificaciones al aparato incluyen la incorporación del dispositivo de detección directamente en el elemento receptor. Dicho dispositivo de detección puede proporcionar una salida visual o eléctrica en respuesta a la energía recibida.

Un ejemplo específico de un transductor de onda superficial, de acuerdo con el modo de realización de las figuras 1 y 6, ha demostrado ser particularmente eficaz en lentes oftálmicas en las cuales el medio de guía de ondas tie

ne un índice de refracción substancialmente igual a 1,523 y un radio de curvatura mínimo de 100 mm aproximadamente. Los elementos de proyección y de recepción están hechos del mismo material dotado de un índice de refracción substancialmente igual a 1,624. Haciendo referencia a las ecuaciones (1) y (3) los rayos de refracción crítica deben chocar con la zona de proyección y salir de la zona de recepción substancialmente con un ángulo de incidencia θ igual a $69^{\circ} 40'$, y la distancia d será aproximadamente de 288 mm. En este ejemplo, el medio superior (proyector) se terminará de la manera indicada en la figura 2 por medio de una superficie de separación plana llamada ventana de entrada, de modo que la fuente pueda ser una lámpara separada del transductor de onda superficial. Esto permite igualmente realizar un ajuste relativo entre el transductor y la fuente de luz. La fuente de luz, oculta por un diafragma 39 de modo que ilumine solamente la ventana de entrada 18 estaba constituida por una lámpara de filamento concentrado dispuesta aproximadamente a 18,7 cm. de la ventana y encima de ella, de modo que la línea de observación desde el filamento hasta el centro de la ventana fuera de 43° aproximadamente. La energía guiada superficialmente a partir del receptor podía verse en forma de un dibujo luminoso en una pantalla de vidrio esmerilado situada a 1 cm, aproximadamente de la ventana de salida y formando con ésta un ángulo de 30° aproximadamente. Estas dimensiones eran casi los valores óptimos con arreglo a las ecuaciones, modificadas para tener en cuenta la refracción en las ventanas de entrada y de salida. Por ejemplo, durante la utilización, la ventana plana de entrada 18 era substancialmente perpendicular a la normal 62 de la figura 3, es decir paralela al

grán círculo 56. Prolongando hacia atrás los rayos de refracción crítica, de un grán círculo tal como 56, a través de dicha ventana, estos rayos se cortarían más o menos perfectamente en un punto situado en la normal 62 más cerca que
5 60 respecto al centro 58. Este punto se representa por el número de referencia 61 en la figura 4. Los rayos de refracción crítica para otros grandes círculos tales como 56' se cortan en unos puntos situados encima de la normal 62, pero una serie continua de dichos puntos deja de formar un arco
10 circular. En este ejemplo, una superficie de proyección se extiende aproximadamente 11 mm. en la dirección de la proyección, subtendiendo un arco de aproximadamente $6^{\circ} 20'$. Esto significa que los rayos de refracción crítica contenidos en el haz de proyección deben chocar con la superficie de separación formando ángulos rasantes incluidos entre $20^{\circ} 20'$ y
15 $26^{\circ} 40'$. La refracción en la ventana de entrada ensancha y altera esta banda de ángulos de proyección permitidos hasta un valor incluido entre $34^{\circ} 20'$ y $46^{\circ} 50'$ respecto a la dirección horizontal tal y como se representa por el ángulo β'
20 en la figura 4. De manera correspondiente, la nueva distancia d' a partir del centro de curvatura de la zona de proyección pueden variar entre 93,8 mm. y 146,4 mm. La línea oblicua l' puede variar entre 13,7 cm. y 17,7 cm. Ya que las regiones
25 más próximas al borde delantero de la zona de proyección son las más eficaces para proyectar ondas superficiales, una fuente de extensión limitada se situará a 17,7 cm. aproximadamente de la ventana de entrada y a una altura encima de la zona de proyección tal que el ángulo de observación desde la fuente hacia la ventana sea un poco superior a 34° . Estas dis-
30 tancias y estos ángulos han sido verificados experimentalmente como

siendo casi óptimos para la combinación de proyector-guía de ondas-receptor que se representa en la figura 4. Sin embargo, los reglajes no son críticos lo que hace que el dispositivo pueda ser utilizado fácilmente por un técnico poco
5 adiestrado como en la mayoría de las operaciones de despacho de lentes oftálmicas.

Aunque se haya representado y descrito lo que se considera como siendo los modos de realización del invento preferidos, los peritos en la materia se darán fácilmente
10 cuenta de que varios cambios y modificaciones, tales como la incorporación de ventanas curvas o inclinadas en los elementos de proyección y de recepción, la utilización de superficies reflectantes ya planas, ya curvas, conjuntamente con las varias superficies refringentes y la inclusión de un elemen-
15 to flexible en la ranura 26 de la figura 1 en la cual el índice de refracción del elemento es inferior al de la capa de guía de ondas, podrán efectuarse sin alejarse del invento.

En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes

20

REIVINDICACIONES

1. Método y su correspondiente aparato para inspeccionar lentes oftálmicas con el fin de determinar la presencia de una capa externa tratada superficialmente en una superficie refringente de lente oftálica dotada de una curva compues-
25 ta, teniendo la capa externa tratada superficialmente un índice de refracción superior al del interior de las lentes oftálmicas, incluyendo dicho método las etapas que consisten en:

situar un elemento proyector hecho de material óptico que tiene un índice de refracción superior al de la
30 capa externa tratada superficialmente, en contacto óptico con

la superficie refringente y que forma con ésta una primera superficie de separación;

dirigir un haz de luz sobre una ventana de entrada del elemento proyector;

5 ajustar la dirección del haz de luz tanto en el interior como en el exterior del elemento proyector para que los rayos del haz de luz se acerquen a la primera superficie de separación con un ángulo ligeramente inferior al ángulo crítico de reflexión total interna determinado por los índices de refracción del material óptico y de la capa externa tratada superficialmente, de modo que los rayos sean refractados en la primera superficie de separación con una refracción casi rasante y se propaguen a lo largo de la superficie en forma de radiación superficial a modo de guía de ondas, solamente si la capa externa tratada superficialmente está presente,

15 situar un elemento receptor hecho de material óptico que tiene un índice de refracción superior al de la capa externa tratada superficialmente, en contacto óptico con la superficie refringente y formando con ella una segunda superficie de separación;

20 situar el elemento receptor de modo que se alinee con cualquier radiación superficial que se propaga a modo de guía de ondas a lo largo de la superficie, penetrando la radiación a través de la segunda superficie de separación en el interior del elemento receptor; y

25 detectar la presencia de cualquier radiación que procede del elemento receptor, indicando su presencia que la capa externa tratada superficialmente está presente en la lente oftálmica.

30 2. Método según la reivindicación 1, caracteri-

zado porque incluye las etapas que consisten en situar una cantidad de fluido intermedio ópticamente transparente entre la superficie refringente y cada uno de los elementos de proyector y de receptor, suficiente para establecer un buen contacto óptico entre estos elementos, teniendo el fluido intermedio un índice de refracción superior al índice de refracción de la capa externa tratada superficialmente.

5

10

3. Método según la reivindicación 2, caracterizado porque incluye además la etapa que consiste en impedir que cualquier cantidad de luz pueda pasar desde el elemento proyector al elemento receptor salvo a través de la capa externa tratada superficialmente.

15

4: Método según la reivindicación 3, caracterizado porque se impide que la luz pase del elemento proyector al elemento receptor mediante la interposición de un deflector de absorción de luz.

20

5. Método según la reivindicación 4, caracterizado además porque incluye la etapa que consiste en formar el elemento proyector, el deflector de absorción de luz interpuesto, y el elemento receptor bajo la forma de una unidad transductora de ondas superficiales de una sola pieza dotada de una superficie esférica común destinada a entrar en contacto con la superficie refringente.

25

6. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque se lleva a la práctica en una superficie refringente con curva cóncava.

30

7. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque incluye además la etapa que consiste en dar al haz de luz la forma de un haz estrechamente divergente.

8. Método y su correspondiente aparato para inspec

cionar lentes oftálmicas con el fin de determinar la presencia de una capa externa tratada superficialmente en una superficie refringente de lente oftálmica dotada de curva compuesta, teniendo la capa externa tratada superficialmente un índice de refracción superior al del interior de la lente oftálmica, incluyendo el aparato:

un elemento proyector hecho de material óptico que tiene un índice de refracción superior al de la capa externa tratada superficialmente y destinado a situarse en contacto óptico con la superficie refringente y a formar con ella una primera superficie de separación;

una fuente luminosa para crear un haz de luz que choca con la ventana de entrada del elemento de proyección;

unos medios para ajustar la dirección del haz de luz tanto dentro como fuera del elemento proyector para que los rayos del haz de luz se acerquen a la primera superficie de separación bajo un ángulo ligeramente inferior al ángulo crítico de reflexión total interna según está determinado por los índices de refracción del material óptico y de la capa externa tratada superficialmente, de modo que los rayos sean refractados en la primera superficie de separación con refracción casi rasante y se propaguen a lo largo de la superficie bajo la forma de radiación superficial a modo de guía de ondas, solamente si la capa externa tratada superficialmente está presente,

un elemento receptor hecho de un material óptico que tiene un índice de refracción superior al de la capa externa tratada superficialmente destinado a entrar en contacto óptico con la superficie refringente y que forma una segunda superficie de separación con ésta, estando el elemen

to receptor alineado con cualquier radiación superficial que se propaga a modo de guía de ondas a lo largo de la superficie, penetrando la radiación a través de la segunda superficie de separación en el elemento receptor; y

5 unos medios para detectar la presencia de cualquier radiación que penetra en el elemento receptor a través de la segunda superficie de separación, indicando su presencia el que la capa externa tratada superficialmente está presente en la lente oftálmica.

10 9. Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque las superficies de los elementos de proyección y de recepción que están dispuestos en la lente oftálmica son superficies esféricas convexas y los radios son por lo menos tan cortos como el radio local de curvatura más corto en la superficie concava de la lente oftálmica.

15 10. Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque una película de un fluido intermedio ópticamente transparente está situada entre la superficie refringente y cada uno de los elementos de proyección y de recepción y es suficiente para crear un buen contacto óptico entre ellos, 20
-teniendo el fluido intermedio un índice de refracción más elevado que el índice de refracción de la capa externa tratada superficialmente.

25 11. Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque se incluyen unos medios para impedir el paso de cualquier cantidad de luz desde el elemento de proyección hasta el elemento de recepción salvo a través de la capa externa tratada superficialmente.

30 12. Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque un deflector de absorción de luz interpuesto

impide que la luz pase del elemento proyector al elemento receptor.

5 13. Aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque el elemento proyector, el deflector de absorción de luz interpuesto, y el elemento receptor están uni
dos conjuntamente bajo la forma de un transductor de onda superficial de una sola pieza, y porque las superficies de contacto de las porciones de elemento de proyección y de elemento de recepción del transductor de onda superficial están
10 formadas como una superficie esférica común.

 14. Aparato según la reivindicación 13, caracterizado porque el deflector de absorción de luz interpuesto forma también una porción de la superficie esférica común con los elementos de proyector y de receptor.

15 15. Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque la ventana de entrada del proyector y una ventana de salida del receptor constituyen un par de ventanas con caras extremas paralelas formadas en el transductor de onda superficial, para dar paso a la luz dentro y fuera del
20 transductor de ondas superficiales.

 16. Aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque el dispositivo de detección incluye una pantalla de vidrio esmerilado dispuesta de manera esencialmente perpendicular a los rayos de luz que salen del elemento receptor.
25

 17. Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque se han previsto unos medios para dar al haz de luz la forma de un haz estrechamente divergente.

30 18. Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque la capa externa tratada superficialmente es

una capa sometida a fuerzas de compresión situada en una lente oftálmica.

5 19. Aparato según la reivindicación 18, caracterizado porque la capa externa sometida a fuerzas de compresión se forma por un proceso de intercambio iónico.

20. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA INSPECCIONAR LENTES OFTALMICAS.

10 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva, que consta de treinta y una páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 24 de mayo 1973

15 BERNARDO UNGRIA

P.P.



20

25

30

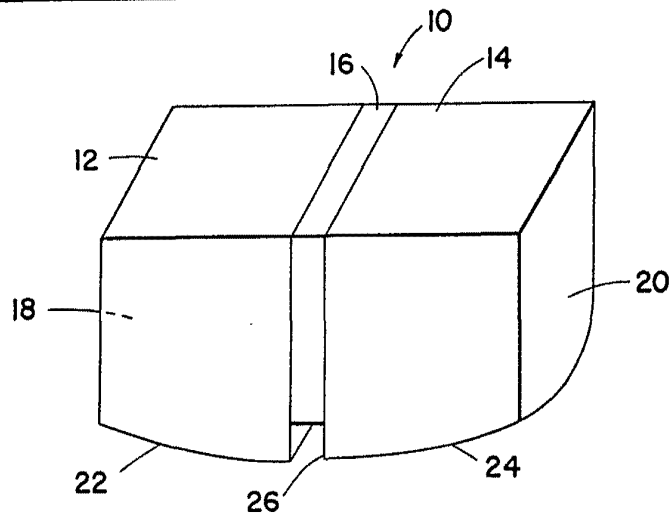


FIG. 1

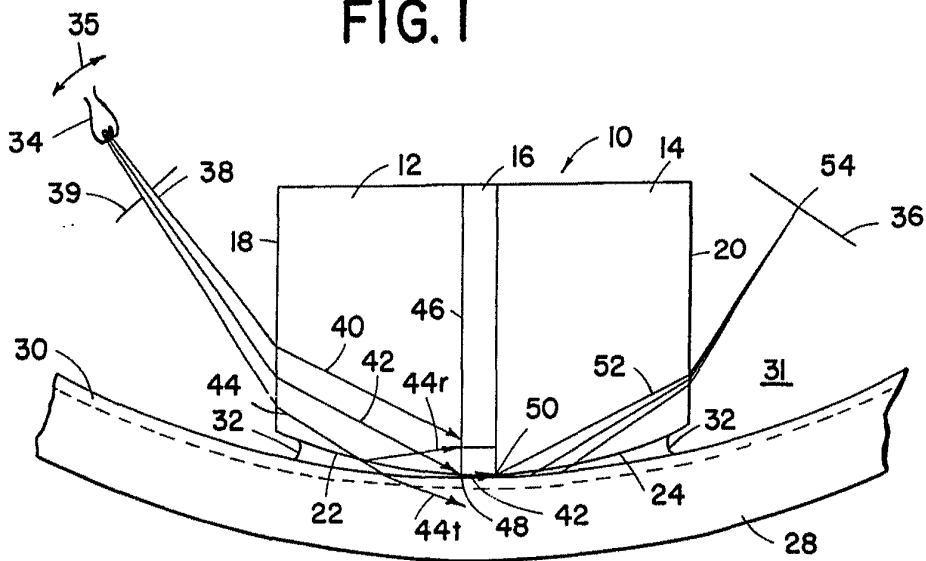


FIG. 2

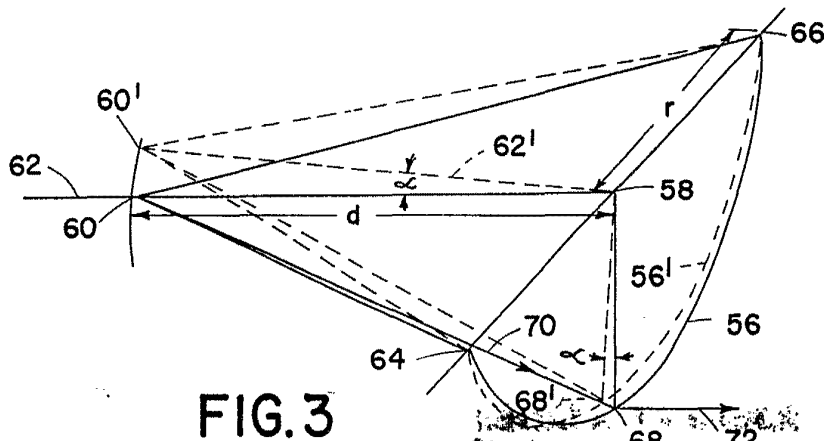
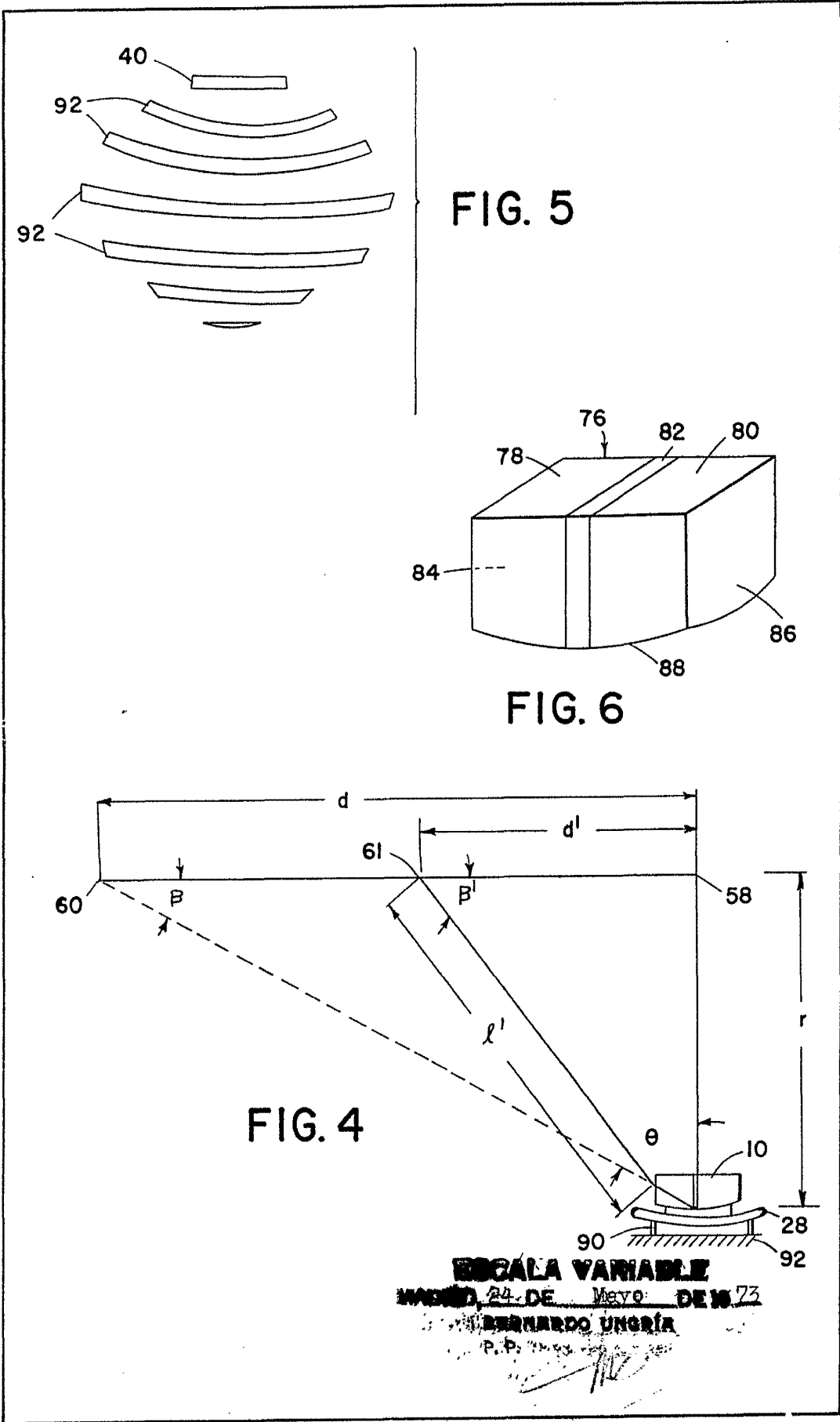


FIG. 3

ESCALA VARIABLE
MADRID, 24 DE MARZO DE 1973
BERNARDO UNGRÍA
P. P.



ESCALA VARIABLE
MAYO 24 DE 1973 Meve DE 1973
BERNARDO UNGER
P. P. ...