

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(19) ES	(11) NUMERO	(10) A1
(21)	479.620	
(22)	FECHA DE PRESENTACION	
	16.4.79	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 821.162 928.973	(32) FECHA 2.8.77 28.7.78	(33) PAIS EE.UU. "
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL G02C7/04; G02B1/04	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
(64) TITULO DE LA INVENCION "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UNALENTE DE CONTACTO"		
(71) SOLICITANTE (S) AUTOMATED OPTICS, INC.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Suite 523, Tyrone Towers, 1400 66th Street, North, Saint Petersburg, Florida 33710, EE.UU.		
(72) INVENTOR (ES) Robert Granville Spriggs		
(73) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 71.647)		

ANTECEDENTES DEL INVENTOCampo del Invento:

El presente invento se refiere, en líneas generales, a lentes de contacto de plástico obtenidas con ayuda de un generador de superficies de estrechas tolerancias. Más concretamente, el presente invento se refiere a lentes de contacto blandas o hidrófilas, obtenidas por mecanizado de precisión de un precursor de lente (por ejemplo, un botón, una pieza elemental o incluso un "bonete") en el estado no hidratado. A lo largo de la memoria se describen también un método y un aparato para la fabricación de estas lentes.

Descripción de la Técnica Anterior:

Son bien conocidos numerosos métodos y aparatos para la fabricación de superficies ópticas en una variedad de materiales ópticamente eficaces. Entre estos materiales podrían incluirse diversas calidades de vidrios y plásticos, así como, para aplicaciones ópticas de reflexión, metales. No obstante, cuantitativamente la fabricación de artículos ópticos para corrección de la visión sobrepasa con mucho a las restantes áreas de actividades en este campo. Sorprendentemente, por lo tanto, se ha comprobado que existen pocos métodos y aparatos realmente eficaces para la fabricación de artículos ópticos para corrección de la visión; la mayoría de las soluciones son más bien pragmáticas sobre una base individual y adolecen de inconvenientes anacrónicos.

Tal vez el uso rutinario de una tecnología obsoleta se encuentra más generalizado en la fabricación de lentes de contacto para la corrección de defectos de visión, incluyendo la fabricación de las nuevas lentes de

1 contacto de polímero blandas o hidrófilas. Con el moderno
cambio de gafas a lentes de contacto, las lentes de con-
tacto de la primera generación de plástico sintético duro,
o del tipo de vidrio, fueron fabricadas inicialmente con
5 base en técnicas meramente aceptables industrialmente y
usuales. Así, los precursores de lente de plástico duro
(típicamente de polimetilmetacrilato o "PMMA") o de vidrio
se formaban en un estado basto, se rectificaban y subsi-
guientemente se pulimentaban, ya fuese manualmente o ya
10 fuese semimanualmente, con ayuda de máquinas de pulimentar
ópticas empleadas del modo usual. Además, con la conver-
sión de lentes de contacto duras a lentes blandas hidrófi-
las, se continuaron usando los métodos y aparatos anticua-
dos, sin tener en cuenta las muy significativamente dife-
rentes características físicas y químicas de estos políme-
ros hidrófilos y de los materiales para los cuales fueron
15 diseñados inicialmente los anteriores métodos y aparatos.

Una desviación en cuanto a la fabricación de len-
tes de contacto blandas surgió en forma de la colada cen-
trífuga del monómero hidrófilo durante el propio proceso
20 de polimerización para el mismo. Aunque era claramente una
desviación con respecto al mecanizado y el pulimentado óp-
ticos usuales, la técnica de la colada centrífuga se vió
que no era otra cosa que una solución de compromiso básic-
amente aceptable, exigida principalmente por la propia
25 naturaleza del material de la lente. Así, la solución de
compromiso se considera satisfactoria solamente en cuanto
a que favorece la facilidad de control del proceso, pero
con sacrificio de la calidad óptica y de la reproducibili-
dad. Esto es debido al hecho de que la superficie anterior

1 de la lente acabada viene condicionada por la forma y la
calidad de la cavidad del molde, mientras que la superfi-
cie posterior viene impuesta por las fuerzas centrífugas
establecidas durante el proceso de colada centrífuga al
5 polimerizar el monómero, por la viscosidad, y factores si-
milares. Puesto que está admitido que la superficie del
globo del ojo no es uniforme, sino que tiene una curvatura
sustancialmente variable, que corresponde en general a la
parte de vértice de los elipsoides alargados, de los para-
10 boloides y de los hiperboloides, se reduce al mínimo la
capacidad para adaptar correctamente una lente de contacto
hidrófila colada centrífugamente con la máxima agudez vi-
sual. Además, incluso una lente colada centrífugamente de-
be ser terminada por los bordes manualmente o de otro modo.
15 En consecuencia, se ha visto que esa técnica no es sufi-
cientemente adecuada para satisfacer las necesidades de la
industria en cuanto al correcto equilibrado de la facili-
dad de reproducibilidad y de repetibilidad con las exigen-
cias de mejor adaptación óptica y mayor poder de aumento
20 y, por consiguiente, de la comodidad del usuario y del
rendimiento óptico de la lente acabada, en particular para
quienes tengan defectos de astigmatismo.

25 La técnica ha admitido la conveniencia de produ-
cir métodos y aparatos para mecanizar o rectificar el ma-
terial de lente hidrófila en un estado físico no hinchado
o deshidratado. No obstante, estas soluciones no han per-
mitido obtener una lente acabada sustancialmente mejorada
por una serie de razones. Lo que es más significativo, las
mejoras en los métodos y aparatos propuestos hasta el pre-
30 sente han estado centradas simplemente alrededor de la mo-

1 - dificación de la antigua tecnología, en vez de constituir
un intento para proporcionar un sistema o concepto total-
mente nuevo y mejorado en el que se tuviesen en cuenta es-
pecíficamente las variaciones aleatorias físicas y quími-
5 cas de los materiales hidrófilos que han de ser formados.
Así, se ha visto rutinariamente que, por ejemplo, los lí-
mites de tolerancia de las máquinas empleadas exceden con
mucho de los correspondientes a tolerancias deseables pa-
ra el producto acabado. Por consiguiente, el operario ha
10 de mantener una vigilancia constante y, subsiguientemente,
se han de emplear costosos procesos de rectificación para
producir una lente de precisión, o bien para recuperar de
otro modo artículos defectuosos.

Además, la propia naturaleza de los materiales
15 empleados en la fabricación de estas lentes blandas impo-
ne una evaluación crítica de las técnicas de producción
actuales. Por ejemplo, además de todos los exigentes pro-
cedimientos de funcionamiento necesariamente empleados en
la producción de artículos ópticos de gran calidad, la me-
20 canización de polímeros hidrófilos en un estado no hincha-
do o anhidro entraña un control del proceso mucho más ex-
tenso que el necesario para el mecanizado análogo de len-
tes de vidrio o de plástico duro. Por ejemplo, se ha de
tomar en consideración el factor de hidratación, puesto
25 que la forma final de la lente en el estado hidratado pue-
de diferir en un 15%, o más, de la que tiene en el estado
deshidratado. Esto complica más la manipulación de las len-
tes durante las operaciones de fabricación, ya que incluso
una pequeña cantidad de humedad, tal como la que puede ha-
ber en la punta del dedo de un operario, o bien la humedad

1 ambiente, pueden hinchar de hecho localizadamente al pre-
cursor de la lente. Por consiguiente, en caso de que el
operario toque la lente durante la fabricación de la mis-
ma, la transpiración producirá hinchamiento localizado,
5 que finalmente será eliminado por mecanizado o pulimenta-
do durante las posteriores operaciones del proceso. Cuan-
do la lente se deshidrata luego en la posición localizada,
se produce una fisura evidente, y frecuentemente fatal,
haciendo así la lente inadecuada para su finalidad previs-
ta.
10

Todavía se tropieza con otros problemas debidos
a la naturaleza de las características físicas y químicas
y a las propiedades de las lentes de contacto blandas. Por
ejemplo, no es raro que las lentes de contacto blandas
15 tengan un diámetro mayor que sus contrapartidas de lente
dura. Tampoco es raro que una lente blanda se extienda bas-
tante dentro del área de la esclerótica del globo del ojo,
traspasando así el limbo sensible. Además, debido al régi-
men de curvatura variable de no solamente la córnea sino
20 también el área de la esclerótica, la configuración ópti-
ma de la lente habrá de tomar en consideración esas dife-
rencias y por tanto estar provista de una superficie pos-
terior que se adapte a ese régimen de curvatura variable
de la córnea, salte el limbo y descansa contra la escleró-
tica. Y, aunque el área de la esclerótica es menos sensi-
ble que la córnea o la región del limbo, es también esen-
25 cial que el radio del borde de la lente sea suave y esté
contorneado para reducir al mínimo la irritación del ojo
mientras se uso. Además, aunque la superficie posterior
ha de hacerse tomando en consideración las aberraciones
30

1 - asféricas del globo ocular, la superficie anterior debe
ser igualmente mecanizada con tolerancias muy rigurosas,
independientemente de que haya de obtenerse, o no, una len-
te convexa o cóncava, para proporcionar las características
5 ópticas requeridas para la lente. Para tener en cuenta ade-
cuadamente los exigentes diseños inherentes a las lentes
de contacto de calidad óptica, es pues esencial proporci-
onar una tolerancia bruta aceptable máxima del orden de
0,025 mm, mientras que las superficies ópticas deberán pre-
10 sentar un acabado de al menos 0,0001 mm. Evidentemente,
cuanto mayor sea el número de operaciones o de puntos en
que intervenga un operario humano, tanto menos probable
será el que realmente se alcancen estos objetivos.

En la técnica anterior se han propuesto varios
15 procedimientos automatizados y aparatos para llevarlos a
cabo. Por ejemplo, en la patente para los EE.UU. número
3.913.274 se describe un método y un aparato para fabricar
lentes multifocales integradas en las que se hace girar un
precursor de lente en un mandril de un torno y se orienta
20 apropiadamente en contacto con una herramienta de corte o
una rueda de esmeril. El invento descrito está basado en
una adaptación de un torno usual mediante el cual se suje-
ta la lente en un eje giratorio el cual proporciona además
movimiento relativo en dos direcciones ortogonales en un
25 plano perpendicular al centro de rotación del torno. El fi-
lo de la herramienta o la rueda de esmeril es también he-
cho girar alrededor de un punto de pivote controlado de mo-
do variable para permitir el corte o el rectificado de los
diferentes radios de curvatura de la lente multifocal. La
30 apropiada traslación de la herramienta de corte y de la

1 lente giratoria se consiguen por medio de una calculadora digital.

5 Aunque tales aparatos son eficaces para la fabricación de lentes relativamente grandes, su utilidad disminuye cuando la pieza de trabajo se reduce hasta el tamaño mucho menor de una lente de contacto. Por ejemplo, la columna que soporta al precursor de lente, y la cual se inclina con relación al eje de rotación del eje del torno, no es adecuada para uso con un dispositivo para soportar y hacer girar la lente de contacto mucho menor. Además, la necesidad de proporcionar una superestructura sustancial a fin de conseguir suficiente libertad de movimiento relativo tiende a disminuir la estabilidad dimensional por aumentar el número de fuentes que contribuyen al error dimensional. Además, es evidente que se necesita una intervención considerable de un operario para llevar a la práctica el proceso descrito, lo que supone una nueva contribución a fuentes potenciales de inestabilidad dimensional y de falta de reproducibilidad de una lente a otra.

20 Se ha descrito otro aparato, en la Patente para los EE.UU. nº 3.835.588, relativo a un torno para lente de contacto lenticular. También aquí, puesto que el aparato está configurado sobre un torno para lente de contacto normal, el cual ha sido modificado para proporcionar un sistema de traslación ortogonal a través de carros móviles en cascada, hay incorporada dentro del sistema una inestabilidad dimensional inherente. Además, es necesario colar o preconformar de otro modo el precursor de lente con la superficie posterior del mismo. Por consiguiente, el procedimiento descrito tiene las mismas desventajas que

1 se experimentaban con la colada centrífuga de monómeros hidrófilos.

Aparatos y procedimientos similares se han descrito en las Patentes para los EE.UU. nº 3.064.531 y nº 3.100.955, en las que el precursor de lente debe ser primeramente sometido a una operación de preconformación sustancial a fin de hacer al mismo compatible con un mandril de un torno u otro miembro de sujeción usual. En el caso de la primera patente, el precursor de lente está roscado para introducción dentro de un mandril especial que tiene una rosca coincidente. En el caso de la última patente el precursor es primeramente conformado con una orejeta periférica para sujeción dentro de un manguito. Evidentemente, las operaciones de preconformación son muy poco deseables.

15 En un esfuerzo para reducir al mínimo la intervención de un operario, haciendo para ello máximo el número de operaciones del proceso sobre una pieza elemental de lente entre el montaje y el desmontaje de la misma, se ha descrito un aparato, bastante exótico desde el punto de vista mecánico, en la Patente para los EE.UU. número 20 3.686.796. La máquina que en la misma se describe realiza múltiples operaciones, incluyendo las de mecanización, esmerilado, terminación de bordes y/o pulimentado de una lente, la cual es retenida en un portalentes giratorio graduable relativamente con respecto a una pluralidad de cabezas de eje montadas a pivotamiento, cada una para efectuar una operación dada. Evidentemente, la complejidad de tal máquina y la necesidad de proporcionar el gran número de herramientas separadas que deben ser hechas coincidir exactamente de una operación a otra son aspectos muy poco

1 deseables desde un punto de vista comercial.

5 Se han adaptado pantógrafos y seguidores de leva usuales para fabricar lentes de contacto, pero no sin que adolezcan de muchos de los problemas antes indicados y sin proporcionar capacidad para producir artículos de alta calidad reproducibles y en cantidades comercialmente aceptables. Estas deficiencias pueden atribuirse, por ejemplo, a la complejidad de la transmisión articulada mecánica, a las vibraciones inherentes a la máquina y al ambiente, a la incapacidad para producir un artículo de mejor calidad que el de la superficie que sirve de modelo, etc.

10
15 Todavía otro problema evidente con los métodos y aparatos de la técnica anterior para conformar lentes de contacto es la incapacidad de los mismos para producir un borde sin defectos, tal como queda después de mecanizado. Por consiguiente, son necesarias varias operaciones de pulimentado posteriores a la de conformación, tales como las descritas en las patentes para los EE.UU. número 20 3.032.936 y nº 3.736.115. También en este caso, al aumentar el número de operaciones surgen fuentes adicionales de error en potencia.

25 En consecuencia, existe la necesidad de proporcionar un concepto, un método y un aparato científicamente correctos para la fabricación reproducible, sencilla y eficaz de superficies ópticas de alta calidad sobre un precursor de lente óptica, mediante los cuales se reduzcan al mínimo el número de operaciones del proceso y se disminuya sustancialmente la necesidad de la intervención del hombre.

RESUMEN DEL INVENTO

1 De acuerdo con las deficiencias indicadas y no-
tables de los métodos y aparatos de la técnica anterior
para conformar superficies ópticas sobre un precursor de
5 lente, un objeto principal del presente invento es propor-
cionar un método automatizado o semi-automatizado con el
cual se aumente sensiblemente la productividad, la repro-
ducibilidad y el rendimiento, al tiempo que se reduzca si-
multáneamente el coste de la fabricación de la lente resul-
10 tante.

Es también un objeto del presente invento propor-
cionar una máquina automatizada o semi-automatizada para
llevar a la práctica el presente invento.

15 Todavía otro objeto del presente invento es pro-
porcionar una máquina automatizada o semi-automatizada que
incorpore un dispositivo generador de superficies con es-
trechas tolerancias (del orden de las centésimas de micra)
con soporte de fluido para fabricar lentes para gafas y
lentes de contacto, especialmente lentes de contacto.

20 Todavía otro objeto del presente invento es pro-
porcionar un aparato automatizado o semi-automatizado que
comprende mesas para colocación en posición con coordena-
das X-Y con soporte de fluido, combinadas con un eje de
soporte de la pieza de trabajo con soporte de fluido, pa-
25 ra la fabricación sencilla, eficaz y económica de lentes
de contacto hidrófilas, las cuales se mecanizan en su es-
tado "duro" o no hidratado: Más preferiblemente, tal apa-
rato es controlado por ordenador y accionado electrónica-
mente para producir un camino predeterminado de resolución
30 infinita.

1 Todavía otros objetos del presente invento se pondrán de manifiesto para los expertos en la técnica del examen de la descripción detallada del invento, considerada juntamente con las figuras de los dibujos.

5 En consonancia con los objetos antes indicados del presente invento, se ha determinado ahora de acuerdo con el mismo que se pueden conformar una pluralidad de superficies ópticas sobre un material ópticamente efectivo mediante el uso de una máquina automatizada o semi-automatizada la cual está constituida por una mesa de colocación en posición del útil con soporte de fluido en combinación con un eje de apoyo de la pieza de trabajo con soporte de fluido, giratorio, estando dicho eje montado a su vez sobre una mesa de colocación en posición con soporte de fluido secundaria situada perpendicular a la mesa de colocación en posición del útil. La colocación en posición del útil se gradúa apropiadamente por medio de un control por ordenador en el que se utiliza un sistema de realimentación apropiado que incluye, por ejemplo, codificadores lineales o rotativos o métodos interferométricos por láser, con lo que se puede fabricar de un modo fácil y reproducible cualquier configuración geométrica complicada de una lente.

10

15

20

25 El método automatizado o semi-automatizado del presente invento comprende las operaciones de montar un precursor de lente de precisión en el dispositivo de sujeción de trabajo del miembro de eje, generar la configuración geométrica de lente apropiada en una primera cara del precursor de lente, retirar y bloquear la lente semi-acabada sobre un dispositivo para la misma, graduar el

30

1 conjunto de lente semi-acabada/dispositivo con respecto
al eje, generar la configuración geométrica de la super-
ficie de lente opuesta, y desmontar una lente de preci-
sión con acabado óptico del dispositivo de bloqueo.

5 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

10 La Fig. 1 es una ilustración en perspectiva del
aparato de generación de superficies con tolerancias de
acabado del orden de las centésimas de micra del presen-
te invento, y su aparato de control por ordenador asocia-
do;

La Fig. 2 es un diagrama de proceso del proce-
dimiento del presente invento, e ilustra esquemáticamente
la configuración de una lente tal como es conformada du-
rante este proceso;

15 La Fig. 3 es una vista en alzado lateral del
aparato de bloqueo de la lente del presente invento;

La Fig. 4 es una vista en planta del aparato
de bloqueo de la lente del presente invento;

20 La Fig. 5 es una vista fragmentaria, lateral,
en despiece ordenado, tomada sustancialmente a lo largo
de la línea 5-5 de la Fig. 3;

La Fig. 6 es una vista a escala ampliada de
una lente de contacto acabada; y

25 La Fig. 7 es una vista a escala aun más amplia-
da de todavía otra lente de contacto acabada conformada
de acuerdo con el invento.

DESCRIPCION DETALLADA DEL INVENTO

A fin de aclarar mejor los diversos objetos y
ventajas del presente invento, se describirán los mismos
en relación con varias realizaciones preferidas del mismo.

P-

1 Continuarlo a lo largo de esas líneas, se describirá el
invento en términos de la fabricación de una lente de con-
tacto hidrófila. No obstante, se apreciará que las mismas
están destinadas a servir de ilustración y en modo alguno
5 de limitación.

El presente invento se refiere a la conformación
de superficies ópticas y complementarias en materiales óp-
ticamente efectivos y, más en particular, a la fabricación
de lentes de contacto hidrófilas. El presente invento supe-
ra sustancialmente todas las deficiencias de la técnica an-
10 terior inherentes al uso de métodos y aparatos anticuados
para la fabricación de, por ejemplo, lentes de contacto y,
más concretamente, a partir de materiales polímeros hidró-
filos. Es decir, el presente método y aparato reducen al
mínimo la manipulación por parte de operarios, con lo cual
15 se hacen máximos el rendimiento del proceso, una repetibi-
lidad estricta y la calidad del producto.

Actualmente, aparte de la colada centrífuga de
lentes de contacto hidrófilas, se emplean como aparatos de
producción normales pequeños tornos con accesorios para
20 tornearse con radio, principalmente bajo control manual. Y,
aunque no es necesario que los operarios sean expertos co-
mo mecánicos, precisan sin embargo varias semanas o meses
de entrenamiento antes de que lleguen a adquirir la aptitud
suficiente como para generar lentes con un rendimiento de
25 más de, aproximadamente, el 25%. Además, ya sea achacable
a falta de destreza del operario o ya lo sea a la toleran-
cia de la máquina, la precisión y la reproducibilidad son
bastante bajas, exigiéndose por tanto un laborioso pulimen-
tado manual para obtener un acabado aceptable. Además, a
30

1 causa de las anteriores limitaciones, se reduce al mínimo,
cuando no se excluye, la capacidad de tallar curvas que
tengan radios que no sean simples. En resumen, la fabrica-
ción de lentes de contacto en el actual estado de la téc-
5 nica es más un arte que una ciencia.

En la Fig. 1 se ilustra, en perspectiva, un ge-
nerador de superficies con acabados del orden de centési-
mas de micra, designado en general por el número 10, y un
control 12 de ordenador asociado para el mismo. El número
10 12a designa el cable de enlace electrónico que conecta el
ordenador 12 con el generador 10. El generador 10 de super-
ficie con acabado del orden de centésimas de micra está cons-
tituido por una corredera o mesa 14 para el eje Y de apoyo
del útil con soporte de fluido y un eje motor de apoyo del
15 trabajo con soporte de fluido designado en general por 16.
El eje 16 está montado a su vez de modo fijo sobre una se-
gunda corredera o mesa 14a de colocación en posición según
el eje X con soporte de fluido, la cual está dispuesta per-
pendicular al eje de movimiento de la mesa 14 de colocación
20 en posición del útil. De preferencia, esos componentes con
soporte de fluido son estructuras con soporte de gas; más
preferiblemente, con soporte de aire. Los accionamientos
para las mesas (movimiento axial en vaivén) están preferi-
blemente constituidos por motores de par de corriente con-
25 tínua controlados por ordenador accionados electrónicamen-
te, para evitar la rugosidad que surge como consecuencia
del uso de motores de avance escalonado usuales, y cuyos
motores están acoplados a husillos de avance de juego cero.
La mesa 14 sostiene una base 18 porta-útil, sujeta de modo
30 fijo a la misma, sobre la cual va un bloque 20 de coloca-

1 ción en posición del útil. El bloque 20 de colocación en
posición del útil está destinado a desplazarse con un movi-
miento alternativo axial (no ilustrado) a lo largo del eje
Z, ya sea manualmente o de otro modo, y ventajosamente está
5 equipado con ajustes tanto basto como fino. Un útil de cor-
te adecuado 22 está unido firmemente dentro del bloque 20.
Es lo más preferible que el útil 22 sea un útil de corte
con punta de diamante cilíndrica, dispuesto angularmente,
de ultra-precisión, aunque podría ser un útil giratorio
10 de ultra-precisión tal como, por ejemplo, una rueda de es-
meril o un útil de desbarbar. Independientemente del tipo
de útil de corte empleado, es esencial, y en particular lo
es con respecto al útil de corte de punta de diamante pre-
ferido, que el mismo presente una superficie de corte en
15 esencia absolutamente circular con respecto a la pieza de
trabajo de, por ejemplo, polímero hidrófilo no hidratado.
Así, en la realización preferida, el útil de punta de dia-
mante está provisto de una superficie de corte circular con
una tolerancia de 0,127 mm con respecto al perfil verdade-
20 ramente circular, y de preferencia dentro de 0,005 con
respecto al perfil verdadero circular y más preferiblemente
con una tolerancia de 0,00127 mm con respecto al perfil
verdadero circular.

25 En una realización más preferida del invento, la
corredera o mesa 14 para el eje Y sostiene una pluralidad
de módulos base/bloque/útil, por ejemplo un módulo base
18/bloque 20/útil de corte de desbastar 22, y un módulo
base 18a/bloque 20a/útil de corte fino 22a, espaciados de
modo fijo entre sí a lo largo de un eje Y común paralelo
30 al de la mesa 14, y adaptado de tal modo que después de

1 que el útil de corte de desbastar 22 haya sido graduado
electrónicamente con respecto a la pieza de trabajo y ha-
ya hecho su trabajo, el útil de corte fino 22a puede ser
5 convenientemente vuelto a situar electrónicamente en su
posición para el acabado de ultra-precisión.

El eje 16 de apoyo del trabajo termina en un
portapieza de trabajo, de preferencia una pinza 24 de ai-
re, tal como se ve en la Fig. 2. El eje/motor es girato-
rio suavemente alrededor de un eje horizontal, como es sa-
10 bido en la técnica.

Empleando las mesas 14 y 14a de colocación en
posición según los ejes X-Y, con soporte de fluido, en
combinación con el dispositivo de control por ordenador,
se puede generar cualquier configuración geométrica de
15 superficie complicada, siempre que la función matemática
que represente esa configuración geométrica sea única en
un cuadrante dado; es decir, cualquier curva que tenga
un solo valor de Y para cada valor de X. Las mesas están
dotadas de rigidez sustancial para evitar la deformación
20 bajo las cargas de corte, a lo cual contribuyen también
las provisiones apropiadas para suavidad de funcionamien-
to y ausencia de juego. Esto se consigue, principalmente,
empleando una bancada de mesa de aproximadamente 1.800
kilogramos, en una realización preferida incorporando una
25 bancada de granito aislada de vibraciones.

En una realización altamente preferida, ambas
correderas, según el eje X y según el eje Y, para las
mesas 14 y 14a son correderas con soporte por aire accio-
nadas por husillos de avance de paso fino que incorporan
tuercas de autoalineación y servomotores de corriente con

1 — tinua. La vigilancia de la posición se consigue mediante
codificadores electro-ópticos con un poder de resolución
de 0,5 micras. Para aumentar la estabilidad del servo hay
5 un tacómetro en comunicación operante con los motores y
con el controlador de ordenador.

El eje 16 está igualmente basado sobre una co-
rredera con soporte de aire para hacer óptimo el acabado
superficial óptico, así como para garantizar tanto el ais-
lamiento contra vibraciones como la vida del útil. El eje/
10 motor puede girar a cualquier régimen adecuado, en el mar-
gen desde aproximadamente 1.000 hasta aproximadamente
30.000 r.p.m., y está constituido por un motor de accio-
namiento integral. Las desviaciones radial y axial del
eje/motor se mantienen no superiores a 0,00025 mm de lec-
15 tura total del indicador.

Con objeto de efectuar una colocación en posi-
ción previa precisa entre el útil 22 y la pieza de traba-
jo sujeta dentro de la pinza de aire 24, se han previsto,
optativamente, un par de cámaras de televisión en circui-
20 to cerrado en dos planos mutuamente ortogonales. Una pri-
mera cámara optativa 30, en combinación con una presenta-
ción de video 32, permite al operario ver una imagen am-
pliada del útil 22 con relación a una pieza de trabajo
34 en el plano horizontal. Una segunda cámara optativa
25 30a está dispuesta a 90° con respecto a la cámara 30, ha-
cia la parte posterior del alojamiento para el generador
10 de microsuperficie, y funciona en combinación con la
presentación de video optativa 33 para permitir al opera-
rio ver una imagen ampliada del útil 22 con relación a la
30 pieza de trabajo 34 en un plano vertical. En una realiza-

1 ción optativa preferida, las cámaras son cámaras de tele-
visión de circuito cerrado Panasonic WV-Z00P para vigilan-
cia continua de ambas colocaciones en posición, la verti-
cal y la horizontal. Las unidades de presentación de vi-
5 deo son monitores Panasonic n.º WV-952. Para la fabricación
de lentes de contacto, la imagen se amplia ópticamente
unas 30 veces.

Las mesas 14 y 14a de soporte de fluido para co-
locación en posición según los ejes X-Y permiten movimien-
10 to relativo por fluido del útil 22 con respecto al eje/
motor 16 en dos direcciones ortogonales, que definen un
plano horizontal X-Y. Para facilitar la colocación del
útil, el bloque 20 de colocación en posición del útil, en
combinación con la base 18, proporciona la traslación se-
15 gún el eje Z del útil 22 mediante la apropiada manipula-
ción por el operario. Análogamente, por lo que se refiere
al bloque 20a, la base 18a y el útil 22a.

En las Figs. 3-5 se ilustra una máquina de blo-
queo de lente, designada en general por el n.º 100, que
20 se utiliza en combinación con el generador 10 de micros-
superficie, y que define un elemento necesario del sistema
total. La máquina 100 de bloqueo de lente está constitui-
da por una mesa 102 giratoria en general circular, aunque
cabe que sea de cualquiera de entre una serie de configu-
25 raciones geométricas. Como se ve mejor en la Fig. 4, una
pluralidad de conjuntos 104 de eje giratorio inferior es-
tán situados equidistantes alrededor de la periferia de
la mesa 102, habiéndose ilustrado cuatro de tales conjun-
tos espaciados a 90º entre sí. Cada uno de los conjuntos
30 104 está constituido por una base estacionaria 106 y un

1 eje giratorio 108. Un eje 110 está en comunicación operante con el eje 108 para comunicar al mismo cualquier movimiento de rotación deseado. El eje 108 termina en una pinza de aire 108 para coger un bloque 114 de lente precon-

5 formado.

El bloque de lente 114, denominado usualmente un "bloque de paso" en la técnica, está preferiblemente fabricado de acero para herramientas tratado térmicamente para que tenga una dureza de aproximadamente 60 Rockwell, escala C, para garantizar una buena vida de servicio, estabilidad dimensional y reducir al mínimo los daños al

10 área superficial para apoyar una lente. Los bloques para lentes son rectificadas y esmeriladas con precisión hasta darles una configuración geométrica superficial y una tolerancia superiores a las establecidas para la lente

15 acabada, y de preferencia "superiores" en lo correspondiente a un factor de al menos 4-5 veces. Se ha proporcionado así un bloque para lentes reutilizable que tiene un elevado factor de servicio juntamente con capacidad para establecer de un modo muy preciso puntos de referencia de

20 precisión para la subsiguiente configuración de la lente. Además, la máquina automatizada o semi-automatizada del presente invento está diseñada en particular para funcionamiento con una pluralidad de bloques para lente, los

25 cuales serán indudablemente mecanizados con radios de curvatura variables en relación con la superficie de soporte de lente, para tener en cuenta las configuraciones geométricas variables de las lentes. Así, es además esencial que se mantenga una rigurosa uniformidad de las dimensiones

30 totales de los bloques para lentes independientes de

1 - las diferencias en esa superficie de apoyo, a fin de ga-
rantizar la reproducibilidad al establecer un punto de re-
ferencia cero para generación de lentes, que garantice el
mantenimiento del grueso central de la lente. Para conse-
5 guir este objetivo, la distancia desde la superficie de
inclinación lateral posterior 117 del bloque para lente,
la cual sitúa el bloque para lente en el portador (por
ejemplo, la pinza), hasta el vértice del radio de la super-
ficie de soporte de la lente, debe ser mantenida uniforme
10 para todos los bloques para lente utilizados, dentro de
un límite de tolerancia de $\pm 0,025$ mm, y de preferencia
de $\pm 0,0127$ mm, y más preferiblemente de $\pm 0,0025$ mm.

15 Dispuesto adyacente, y proyectándose vertical-
mente por encima, el conjunto 104 es un conjunto de eje
superior de soporte de trabajo, designado en general por
120. En consecuencia, cada una de las cuatro posiciones
ilustradas puede ser vista bajo el aspecto de una pequeña
prensa de banco. El conjunto 120 está constituido por un
miembro de soporte vertical 122, al cual está unido a modo
20 de apéndice un carro 124 accionado por aire para trasla-
ción vertical de un eje 126 de soporte de la pieza de tra-
bajo. El eje 126 termina en una pinza de aire 128 para
recibir una lente semi-acabada, la cual ha de ser situada
en posición exactamente y sujeta al bloque para lente 114.
25 La pinza 126 puede ser desplazada de una configuración de
carga superior como la ilustrada en línea de trazos en la
Fig. 3 a una configuración de montaje inferior, por medio
de la introducción de, por ejemplo, gas comprimido por la
entrada 130 calibrada del émbolo de gas 132. La retirada
30 puede efectuarse proporcionando empuje en sentido inverso

1 sobre el émbolo y permitiendo que el gas escape a través de una lumbrera de salida calibrada 133, o bien mediante la aplicación de presión positiva a través de la lumbrera 133.

5 La colocación en posición exacta entre las pinzas 104 y 126 se consigue haciendo que esta última se traslade verticalmente hacia abajo a lo largo de una placa de guía 134 llevada sobre la estructura de apoyo 122, cooperando la placa de guía con un conjunto de rodillo 136.

10 Como se ve mejor en la Fig. 5, el eje superior 126 está además provisto de una placa 136 de colocación en posición que tiene un par de aberturas 138, cuyas aberturas están provistas de miembros de casquillo. Cooperando con ellas hay un par de pasadores de guía en oposición 140 llevados sobre una placa de apoyo 106 en asociación con el conjunto 15
104 de eje inferior. Así, al hacerse que el eje superior 126 sea desplazado hacia abajo por actuación del émbolo 132 de aire, los pasadores de guía 140 situarán exactamente en posición al mismo con relación al eje giratorio inferior 108.
20

Situado próximo al conjunto de eje 104 hay un dispensador de adhesivo, designado en general por 150. Se puede emplear cualquiera de entre una serie de adhesivos adecuados para fijar una lente al bloque para lente 114, 25
haciéndose la selección de una composición apropiada totalmente dentro de las posibilidades que ofrece la técnica. El dispensador 150 está sostenido por miembros 152 sujetos a un miembro de base 154 a una altura para la que un conjunto 156 de dispensación movable alternativamente puede ser graduado a una colocación en posición inmedia-
30

1 tamente encima del conjunto de eje inferior 104. El conjun-
to dispensador 156 está constituido por un depósito 158 pa-
ra calentar y contener el adhesivo que ha de ser dispensa-
do donde el calentamiento sea el apropiado, y un orificio
5 de dispensación 160. La traslación horizontal del conjunto
se consigue por movimiento de un eje 162 el cual es contro-
lado, de preferencia, por un mecanismo accionado por aire
(no representado). El eje 162 termina en un miembro de ca-
beza 164, al cual están sujetos un par de ejes 166 para
10 guiar el conjunto movable alternativamente 156 durante la
graduación del mismo. La dispensación de adhesivo bajo com-
presión se efectúa por admisión controlada a través de un
racor 170 y un conducto 172 en comunicación con un depósi-
to adecuado (no representado) dentro de la cabeza de dispen-
sación 158, y finalmente a través del orificio de dispensa-
15 ción 160.

Como alternativa, como se ha ilustrado también
en general en la Fig. 2, la máquina de bloqueo de lente
puede comprender un solo conjunto de eje.

20 En la Fig. 6, se ilustra, en corte, una lente de
contacto acabada de dimensiones muy exageradas, a fin de
que constituya un ejemplo de la pluralidad de superficies
ópticas que comprende la estructura de lente. La lente de
la Fig. 6 está definida como una superficie posterior A,
25 que incluye la curva de base, y una superficie anterior B
en oposición, que incluye la curva de aumento, cada una de
las cuales está compuesta por, ópticamente, una pluralidad
de superficies ópticas y complementarias. Para facilidad
de descripción, la lente de la Fig. 6 ha sido dividida en
regiones principales que tienen un radio de curvatura medio

1 designado como r_i ; no obstante, la lente ideal se adapta-
rá de modo muy paralelo al régimen de cambio de curvatura
de un globo ocular, para máxima agudez visual y comodidad
de quien la lleve puesta y comprenderá, por consiguiente,
5 literalmente centenares de superficies individuales de ra-
dios variables. Ciertamente, el presente invento está di-
rigido expresamente a la generación de tales superficies
ópticas esféricas, así como a las curvas de aumento típi-
camente esféricas, o a combinaciones de las mismas, y en
10 que los diversos radios individuales, incluidos los del
borde, presentan una tolerancia de menos de 0,01 mm, y de
preferencia de menos de 0,0025 mm. En otras palabras, la
superficie posterior de la lente se conforma con precisión
para correspondencia con el régimen de curvatura variable
15 del globo ocular, proporcionando para ello una superficie
constituida por una pluralidad de superficies ópticas in-
dividuales con radios posteriores individuales, cada una
de las cuales es exacta, para correspondencia con el glo-
bo ocular, dentro de una tolerancia de 0,01 mm, y de pre-
20 ferencia de 0,0025 mm. Análogamente, la superficie ante-
rior se conforma de modo preciso para resolución óptica
(considerada en combinación con el grueso de la lente, su
material, etc. proporcionando de modo similar una super-
ficie constituida por superficies ópticas individuales con
25 radios anteriores individuales, cada una de las cuales es
exacta, para resolución óptica, dentro de una tolerancia
similar de 0,0127 mm, y de preferencia de 0,0025 mm. Se
ha representado una lente de contacto 200, acabada, de
acuerdo con el invento, todavía con mayor detalle en la
30 Fig. 7, y en ella se verá que, de acuerdo con el invento,

1 no hay unión brusca entre la curva de aumento y la lenti-
cular (como ocurre con todas las lentes de la técnica an-
terior). Lo mismo puede decirse por lo que se refiere al
acuerdo, el cual puede ser vivo, medio o suave. Además,
5 no es necesario que la curva de base sea esférica, sino
que se adapte al globo ocular, ya sea esférica, asférica,
etc. La curva de aumento puede igualmente ser una curva
corregida para eliminar la aberración esférica. También se
forman fácilmente zonas concéntricas (para "sumar", o por
10 otra razón) en la lente de acuerdo con el invento sin lí-
neas o uniones diferenciables entre zonas. Así, se forman
bastante fácilmente conforme al invento, lentes bifocales,
trifocales, omnifocales, lenticulares asféricas, lenticula-
asférico que discorra paralelo a una base asférica, todos
15 hasta el presente desconocidos en la técnica. Y, así, tam-
bién se puede configurar una lente con un régimen de cur-
vatura variable con un cambio de potencia de aumento gra-
duado en una zona de transición entre "distancia" y "suma".

La importancia de la capacidad del aparato del
20 presente invento para producir lentes de formas geométri-
cas tan complicadas, de una manera fundamentalmente sencí-
lla y automatizada o semi-automatizada, y sin embargo con
un grado de rigurosa reproducibilidad, es manifiesta si se
consideran las variaciones aleatorias de las configuracio-
25 nes geométricas de los globos oculares. En el caso óptimo
un globo ocular sería esférico para máxima resolución óp-
tica. No obstante, se ha comprobado que solamente la par-
te central del globo ocular es solo aproximadamente esfé-
rica, aunque tiende a aplanarse a medida que aumenta el ra-
30 dio desde el centro. Así, se ve que el globo ocular viene

1 representado típicamente de modo matemático por funciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Ciertos defectos visuales complican todavía más estas complejas configuraciones geométricas.

5 Por ejemplo, los defectos del tipo de queratocornos dan por resultado una configuración de globo ocular de la que es un ejemplo un cono, en que el vértice corresponde a la región corneal central. Actualmente se ha comprobado que las lentes de contacto son el único dispositivo eficaz para la corrección óptica de este defecto y, típicamente, se adaptarán al paciente una serie de lentes para favorecer, o realmente forzar, una forma más esférica para el ojo. No obstante, la capacidad para formar de modo exacto y reproducible lentes de contacto para pacientes que adolezcan de defectos del tipo de queratocornos no ha sido concluyente; en el mejor de los casos, y ha resultado insatisfactoria como una proposición general. Esto es debido a que cada lente individual debe ser primeramente conformada aproximadamente y luego pulimentada a mano individualmente para proporcionar una adaptación tolerable sobre el globo ocular. Al adaptar así la lente, se pierde por completo cualquier reproducibilidad imaginable en cuanto a la configuración inicial, por la subsiguiente técnica de pulimentado por "ensayo y corrección de error". Esta severa condición se elimina por completo mediante el sistema controlado por ordenador de acuerdo con el invento.

Incluso considerando un globo ocular "normal", la incapacidad para formar de modo preciso la superficie posterior de la lente mediante el uso de la actual maqui-

1 — naria se traduce en la necesidad de que el doctor que adap-
ta esa lente recurra a un pulimentado o modificación adi-
cional de la lente para adaptar adecuadamente la lente al
paciente. Además, debido a la naturaleza "ad hoc" de esta
5 técnica, se pierde igualmente cualquier reproducibilidad
imaginable. Por consiguiente, en caso que el paciente pier-
da o dañe una lente, resulta virtualmente imposible buscar
una lente de repuesto igual.

La máquina automatizada o semi-automatizada de
10 acuerdo con el presente invento elimina todas las desven-
tajas inherentes a los métodos actuales de "ensayo y co-
rrección de error" empleados. Cualquier configuración geo-
métrica de lente posterior complicada puede ser generada
de modo exacto y reproducible, no solamente para hacer má-
15 xima la comodidad del usuario, sino para garantizar la co-
rrespondencia estable y rigurosamente reproducible con la
superficie del globo ocular. La superficie anterior puede
ser conformada luego apropiadamente a fin de producir en
efecto una forma esférica, al menos en la zona óptica, con
20 lo que se hace igualmente máxima la resolución óptica.

Puede decirse que la superficie posterior A está
constituida por una curva de base central r_1 para contacto
con la parte corneal del globo ocular. Circunferencialmen-
te periférica con respecto a la curva de base hay una cur-
25 va secundaria a fin de que la lente pueda, por ejemplo,
traspasar o saltar el limbo sensible y descansar sobre la
región de la esclerótica del globo ocular. La superficie
anterior B está igualmente formada de una curva de aumen-
to central que tiene un radio r_3 , limitada circunferencial-
30 mente por una curva periférica r_4 . La lente termina en un

1 - borde que tiene un radio r_5 diseñado para hacer máxima la comodidad de quien lleve puesta la lente.

5 Con referencia en particular a la Fig. 2, el proceso del presente invento comprende una serie de operaciones relacionadas entre sí, completamente automatizadas o semi-automatizadas. Un material polímero hidrófilo adecuado, preferiblemente el descrito en la patente para los EE.UU. nº 3.721.657, se polimeriza primeramente en condiciones anhidras, como se ha ilustrado en la patente, en forma de una varilla cilíndrica. Entre otros polímeros adecuados se incluyen los descritos en las Patentes para los EE.UU. número 3.503.942, nº 3.532.679, número 3.621.079, nº 3.639.524, nº 3.647.736, nº 3.700.761, nº 3.767.731, nº 3.792.028, nº 3.816.571, nº 3.926.892, 15 nº 3.949.021, nº 3.966.847, nº 3.957.362, nº 3.957.740, nº 3.983.083, nº 3.699.089 y nº 3.965.063. La varilla o barra es, a partir de entonces, sometida a un rectificado en rectificadoras sin centros o una operación de mecanización comparable de gran exactitud en condiciones de humedad relativa aceptable, por ejemplo, del 30% al 40%, para hacer que la superficie circunferencial sea exactamente circular con una tolerancia diametral de aproximadamente 0,01 mm, y preferiblemente de aproximadamente 0,0025 mm. A partir de la varilla rectificada se corta luego un precursor o pieza elemental de lente 34. (Para 20 facilitar la descripción, la lente será identificada durante sus diversas etapas de fabricación por ese número 34). El corte del precursor de lente 34 puede hacerse de cualquier manera conveniente, deseablemente también en condiciones de humedad relativa aceptable, pero más pre-

25

30

1 feriblemente mediante un torno de precisión alimentado
automáticamente equipado con un útil de sangrar normal,
el cual está a su vez mecanizado o afilado para producir
caras opuestas precisas del precursor de lente. El botón
5 o precursor de lente define por tanto una varilla sustan-
cialmente cilíndrica que tiene caras extremas opuestas y
una cara circunferencial. El diámetro del botón se mantie-
ne de modo reproducible dentro de una tolerancia de \pm
0,025 mm, preferiblemente de \pm 0,005 mm, y más preferible-
10 mente de \pm 0,0025 mm, mientras que el eje longitudinal
(grueso) es también mantenido de modo reproducible dentro
de una tolerancia de \pm 0,381 mm, preferiblemente de \pm
0,254 mm, y más preferiblemente de \pm 0,025 mm. La perpen-
dicularidad de ambas caras opuestas con relación al diá-
15 metro exterior se mantiene dentro de una tolerancia de \pm
0,0127 mm, preferiblemente dentro de una tolerancia de \pm
0,010 mm, y más preferiblemente dentro de \pm 0,005 mm.

El precursor de lente de precisión 34 es luego
alimentado desde, por ejemplo, una carga de almacén a la
20 pinza de aire 24 del eje de soporte de fluido/motor 16,
y más preferiblemente de un eje de soporte de fluido tal
como el actualmente lanzado al mercado por la Westwind
Air Bearings/Federal-Mogul. Una vez sujeto dentro del eje,
el operario puede luego alinear exactamente el útil de
25 corte 22 con el centro exacto del precursor de lente 34,
opcionalmente con ayuda de las presentaciones visuales
opcionales 32 y 33. Para ayudar más al operario a situar
así en posición el útil de corte, se pueden proporcionar
30 marcas de gradiente en la pantalla de las unidades de
presentación visual, ya sea por medio de una superposición

1 transparente o ya sea generando realmente una imagen en
el tubo de rayos catódicos. Como alternativa, la antes ci-
tada precisa alineación de la herramienta de corte con el
centro exacto del botón 34 se consigue, por ejemplo, mi-
5 diendo físicamente la posición del útil y comparándola con
un patrón precalibrado según los ejes X, Y y Z.

Una vez que el operario ha definido así el punto
de referencia cero para la herramienta de corte, el orde-
nador 12, una vez que ha sido apropiadamente programado,
10 graduará entonces exactamente la herramienta de corte 22
con respecto al eje/motor 16 mediante el control del movi-
miento conjunto de cada una de las mesas 14 y 14a de sopor-
te de fluido según los ejes X-Y, y más preferiblemente de
las mesas de soporte de aire tales como las actualmente
15 lanzadas al mercado por la Pneumo Precision, Inc. Así, en
una primera operación de corte, con ambas mesas en movi-
miento controlado por ordenador simultáneo a velocidades
variables, se corta en el precursor de lente 34 el diáme-
tro exterior de la lente descada, así como una parte del
radio del borde. Subsiguientemente, se conforman la curva
20 secundaria y la curva de base de la superficie posterior
A al avanzar el útil 22 hacia dentro de la lente. Prefe-
riblemente, se forma o corta la superficie posterior en
una serie de pasadas que incorporan cortes tanto de des-
baste como de acabado.

A continuación de la formación completa de la
superficie posterior A, se pueden pulimentar las superfi-
cies ópticas mecanizadas, si es necesario. No obstante,
debido al aumento de exactitud y precisión de la operación
de mecanizado, se produce una superficie óptica con un
30

1 acabado de aproximadamente 0,000013 mm a aproximadamente
0,0001 mm, haciéndose así opcional cualquier operación de
pulimentado subsiguiente.

5 Después de mecanizar la superficie posterior A,
se retira la lente semi-acabada de la pinza de aire 24
del eje 16 por cualesquiera medios mecánicos adecuados.
Después de las inspecciones y verificaciones de control de
calidad apropiadas, se entrega la misma manualmente a la
máquina 100 de bloqueo de lente. La lente semi-acabada es
10 entregada al eje superior 126 de la máquina 100 y es rete-
nida dentro del mandril de aire 128. Un bloque de lente de
precisión, preconformado, precalentado 114, que tiene una
superficie 115 mecanizada correspondiente al radio de cur-
vatura medio general de la superficie posterior A, es car-
15 gado automáticamente en el conjunto 104 de eje giratorio
en una primera posición correspondiente a I de la Fig. 4.
Es lo óptimo que las posiciones de la lente semi-acabada
y del bloque de lente estén invertidas. La mesa es luego
graduada a 90° mediante un interruptor de aire a una posi-
20 ción correspondiente a II de la Fig. 4, en la que el blo-
que de lente es hecho coincidir adyacente al aparato de
entrega 150. El brazo 162 es accionado, con lo que el ori-
ficio de entrega 160 es dispuesto inmediatamente adyacente
a la superficie superior 115 del bloque de lente 114 y se
25 deposita sobre ella una cantidad predeterminada de adhesivo
que tiene la temperatura y viscosidad correctas. (En la rea-
lización alternativa de "posición invertida", el adhesivo,
por ejemplo, brea caliente, es aplicado directamente a la
lente 34 semi-acabada, la cual es luego girada para distri-
30 bución uniforme de la brea, y luego se aplica con ella la

1 cabeza del bloque de lente y se fija por adherencia a la misma).

5 / Se retira después el brazo 162 accionando un interruptor, lo cual hace que el conjunto 126 de eje superior sea desplazado verticalmente hacia abajo, como se ha descrito en lo que antecede, con lo que la superficie posterior A de la lente 34 semi-acabada es llevada a contacto íntimo con el bloque 114 de lente recubierto de adhesivo. Se hace después que el eje 110 gire un número predetermi-

10 nado de revoluciones, tal como desde aproximadamente 5 hasta aproximadamente 10, a fin de distribuir uniformemente un recubrimiento de adhesivo sobre la lente entre la superficie 114 y la superficie A de la lente 34 semi-acabada. De este modo, el adhesivo absorberá adecuadamente cualesquiera diferencias despreciables entre el contorno esférico de la superficie A de la lente 34 y la superficie 115 del bloque de lente 114. A continuación de esta operación, se sujeta el eje 126 en posición. Después se gira el conjunto de eje 104 a la posición III de la Fig. 4, para permitir que el adhesivo endurezca o bien, si está calentado,

15 para que se enfríe hasta una temperatura de solidificación, seguido por una graduación a la posición IV en la que se recupera el conjunto de bloque de lente/lente semi-acabada. Evidentemente, al ser graduada la mesa a través de las posiciones I-IV pueden ser alimentados a la misma otros

20 conjuntos de bloque de lente para fijación de otras lentes semi-acabadas, a medida que cada posición es liberada al ser completada una operación dada. Como alternativa, todas las operaciones anteriores pueden ser llevadas a cabo en

25 solamente una posición.

30

1 El conjunto de bloque de lente/lente semiacaba-
da es luego transferido manualmente, después de los con-
troles de calidad apropiados, a la pinza de aire 24 del
eje de soporte de fluido/motor 16, y la superficie ante-
5 rior B es mecanizada sustancialmente como se ha descrito
en lo que antecede con respecto a la superficie posterior
A. Es decir, las mesas 14 y 14a de soporte de fluido según
los ejes X-Y son situadas por el operario para establecer
el punto de referencia apropiado entre el útil 22 y la
10 lente semi-acabada 34, seguido por el mecanizado del resto
del radio del borde, definiendo la curva periférica y/o
lenticular y la curva de aumento la superficie anterior B
en, preferiblemente, una serie de pasadas que incorporan
cortes tanto de desbaste como de acabado. También, aunque
15 el aparato es capaz de producir un acabado superficial des-
de aproximadamente 0,000013 hasta aproximadamente 0,0001
mm, la superficie anterior puede ser pulimentada opcional-
mente para mejorar la calidad óptica de la lente, si fuese
necesario o deseable para una aplicación dada. A continua-
20 ción de la formación de la lente, el conjunto de bloque de
lente/lente acabada es recuperado automáticamente de la
pinza de aire 24 y se desmonta la lente y se somete a los
procedimientos de control de calidad típicos.

Cuando la lente que se ha de producir sea para una
25 aplicación de lente de contacto, el pulimentado opcional
ni es necesario ni deseable. La lente, tal como queda des-
pués de mecanizada, presenta excelentes superficies ópti-
cas, tanto para compatibilidad con la superficie del globo
ocular como para resolución óptica. Tal como se usa en la
30 Memoria Descriptiva y en las Reivindicaciones, la expresión

1 "tal como queda después de mecanizada" designa una lente
que ha sido retirada directamente del aparato de conforma-
ción o configuración y que no ha sido sometida a una ope-
ración/secundaria o auxiliar de pulimentado. Tales lentes
5 acabadas producidas de acuerdo con el invento, ya sea "tal
como quedan después de mecanizadas" o ya sea después de
haber sido sometidas a cualquier operación de pulimentado,
están listas para ser colocadas en la córnea humana hidra-
tando las mismas hasta un estado blando, flexible, de equi-
10 librio con la solución salina fisiológica normal. Las len-
tes hidratadas son además almacenadas en solución salina
normal. Evidentemente, puesto que los botones de lente de
contacto y los elementos ópticos configurados a partir de
los mismos, compatibles con el invento, están constitui-
15 dos por polímeros hidrófilos sintéticos en su estado anhi-
dro o no hinchado, es deseable evitar las condiciones de
humedad relativa inaceptable para cada uno de los paráme-
tros del tratamiento, a fin de evitar una hidratación pre-
matura, aunque sólo sea parcial.

20 El controlador 12 de ordenador controlará todas
las funciones automáticas no solamente del generador 10
de superficie de acabado del orden de centésimas de micra
sino también, por introducción de datos de prescripción
básicos, del diseño total de la configuración geométrica
25 de la lente, incluyendo todos los parámetros matemáticos
ópticos apropiados necesarios para generar los radios apro-
piados para conformar las superficies posterior y anterior
de la lente. Además, el ordenador calculará también las
coordenadas precisas de la herramienta para conseguir la
30 trayectoria continua predeterminada para la configuración

1 geométrica de la lente y la secuencia de las diversas ope-
raciones necesarias para producir la configuración de len-
te deseada. Por ejemplo, con la introducción de las lectu-
ras del queratómetro efectuadas en un paciente que sufra
5 de queratocono, más el diámetro deseado de la lente, el
ordenador diseñará una lente esférica para una adaptación
óptima sobre el ojo de ese paciente. En la producción de
la superficie anterior de tal lente, mediante la introduc-
ción del aumento deseado y de la zona óptica, el ordena-
10 dor establecerá las coordenadas apropiadas para óptima co-
rrección de la visión en la zona óptica, y el diseño de
un lenticular apropiado con relación al lado posterior de
la lente.

A fin de situar las mesas 14 y 14a de soporte
15 de fluido según los ejes X-Y, se puede interponer un con-
vertidor de analógico digital o interfaz entre los medios
de accionamiento requeridos para la mesa y la salida del
ordenador.

Opcionalmente, el aparato de acuerdo con el in-
20 vento puede ser equipado con un trazador según los ejes
X-Y para los siguientes fines:

(1) Para la representación gráfica de la lente
que es generada, dibujando para ello un perfil en corte
ampliado de 20 a 100 veces para verificar la precisión de
25 la entrada del ordenador;

(2) Recíprocamente, utilizando la representación
gráfica del párrafo (1), trazando un dibujo ampliado un
número exacto de veces el tamaño de una lente deseada, el
ordenador controlará al generador de lente y generará una
30 superficie de lente que sea un duplicado del dibujo;

1 (3) Trazando un modelo del ojo, o bien del pro-
pio globo del ojo, el trazador dibujará un perfil de la
córnea muy ampliado y alimentará la información al ordna-
dor para la producción de una lente que sea de adaptación
5 óptima sobre dicha córnea;

(4) Trazado a partir de una fotografía del ojo;

(5) Trazado a partir de una plantilla;

(6) Si el ojo está representado en mapa topográ-
ficamente, el trazador dirigido por ordenador podría enton-
ces dibujar un corte de la lente deseada para adaptar a ese
10 ojo para grados de total comodidad y agudez visual, así
como producir todos los posibles movimientos según los
ejes X-Y para generar la lente de contacto real;

(7) Además, si hubiese cualesquiera errores de
15 generación en el tratamiento de la lente, las desviacio-
nes o errores podrían ser entrados en el trazador dirigi-
do por ordenador y observarse sus efectos reales durante
la fabricación para representar gráficamente las compen-
saciones por exceso o por defecto.

20 Finalmente, utilizando la combinación de los di-
versos elementos de acuerdo con el invento, se lleva a ca-
bo la operación de mecanizar con un mínimo de vibraciones,
por ejemplo, no superiores a aproximadamente 10 Hz, y no
es rara una operación esencialmente exenta de vibraciones,
25 no superiores a aproximadamente 2 a 4 Hz.

Aunque se ha descrito el invento en términos de
ciertas realizaciones preferidas, los expertos en la téc-
nica apreciarán que se pueden efectuar diversos cambios,
sustituciones, modificaciones y omisiones sin desviarse
30 del espíritu del mismo. Así, se apreciará que no solamen-

1 to se configuran fácilmente las lentes de contacto "blandas" de acuerdo con el invento, sino que también se fabrican con igual facilidad las lentes "duras" o típicamente de polimetilmetacrilato. Y ciertamente, el aparato del

5 invento y el aparato de control por ordenador para el mismo son capaces de diseñar virtualmente un número infinito de diseños de lente, por ejemplo, directamente a partir de las lecturas K de un queratómetro. En consecuencia, se ha pretendido que el alcance del presente invento quede

10 de limitado exclusivamente por el de las reivindicaciones que siguen.

30098

**POOR
QUALITY**

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Perfeccionamientos introducidos en una lente de contacto que comprende una superficie posterior que incluye una curva de base, una superficie anterior que incluye una curva de aumento y un borde con radio, y en que dicha superficie posterior es esférica.

15

2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicha superficie anterior incluye además una lenticular, no habiendo unión brusca o viva entre dicha curva de aumento y dicha lenticular.

20

3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con las reivindicaciones 1ª ó 2ª, según los cuales la lente de contacto está constituida de polímero hidrófilo.

25

4ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3ª, según los cuales la lente de contacto es una lente bifocal.

5ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3ª, según los cuales la lente de contacto es una lente trifocal.

30

6ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3ª, según los cuales la lente de contacto es omni-focal.

10109

7ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3ª, según los cuales la lente de contacto es un lenticular esférico.

5 8ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3ª, según los cuales la lente de contacto es un lenticular esférico que discurre paralelo a una base esférica.

10 9ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicha lente es de polímero y está constituida por superficies mecanizadas anterior y posterior, teniendo dichas superficies un acabado de irregularidades no superiores a 0,0001 mm en el estado tal como quedan después de mecanizadas.

15 10ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicha lente es de polímero y está constituida por superficies mecanizadas anterior y posterior, teniendo dichas superficies un acabado de irregularidades no superiores a 0,0000127 mm en el estado tal como quedan después de mecanizadas.

20 11ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con las reivindicaciones 9ª ó 10ª, según los cuales el polímero es un polímero hidrófilo.

25 12ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales la lente de contacto comprende un polímero hidrófilo no hidratado destinado a encontrarse en contacto próximo con un globo ocular, comprendiendo una lente óptica que tiene superficies ópticas posterior y anterior y un borde con radio, en que al menos dicha superficie posterior es una superficie compuesta de una pluralidad de superficies ópticas, cada una de las cuales está de-

30

5 finida por un radio de curvatura posterior individual para correspondencia con el régimen de curvatura variable de dicho globo ocular, siendo cada uno de dichos radios posteriores individuales exacto para dicha correspondencia dentro de una tolerancia de 0,010 mm.

13^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 12^a, según los cuales dicha tolerancia es de 0,0025 mm.

10 14^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 12^a, según los cuales dicha superficie anterior está constituida por un compuesto de una pluralidad de superficies ópticas, cada una de las cuales está definida por un radio de curvatura anterior individual, y cada uno de dichos radios anteriores individuales es exacto para resolución óptica dentro de una tolerancia de 0,0127 mm.

15 15^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 14^a, según los cuales dicha tolerancia es de 0,0025 mm.

20 16^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 12^a, según los cuales la lente de contacto se ha hidratado hasta un estado blando, flexible, de equilibrio con la solución salina fisiológica normal.

17^a.- Perfeccionamientos introducidos en una lente de contacto.

25 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

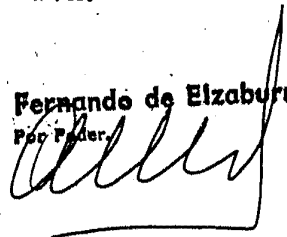
Esta Memoria consta de CUARENTA hojas escritas
a máquina por una sola cara.

Madrid, 16.OCT.1979

P.A.

5

Fernando de Elizaburu
Por Poder.



10

15

20

25

30

10109
VAL

AUTOMATED OPTICS INC

SPAIN

I/V

P71647

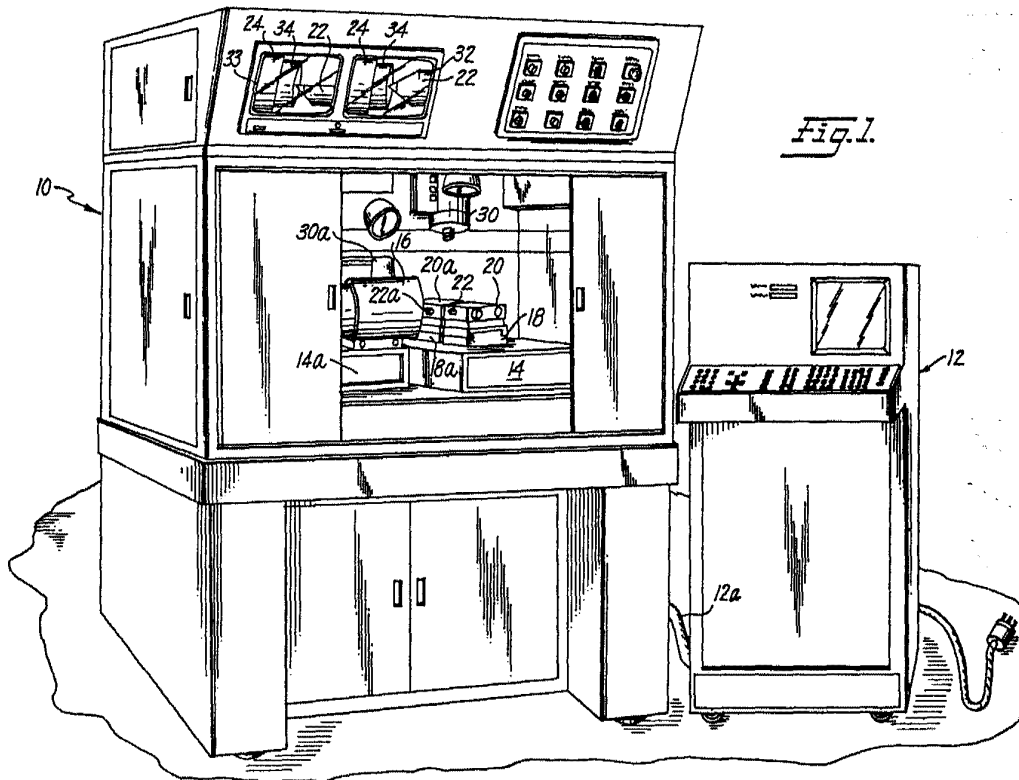


Fig. 1.

Fernando de Elizaburu
For Poder.

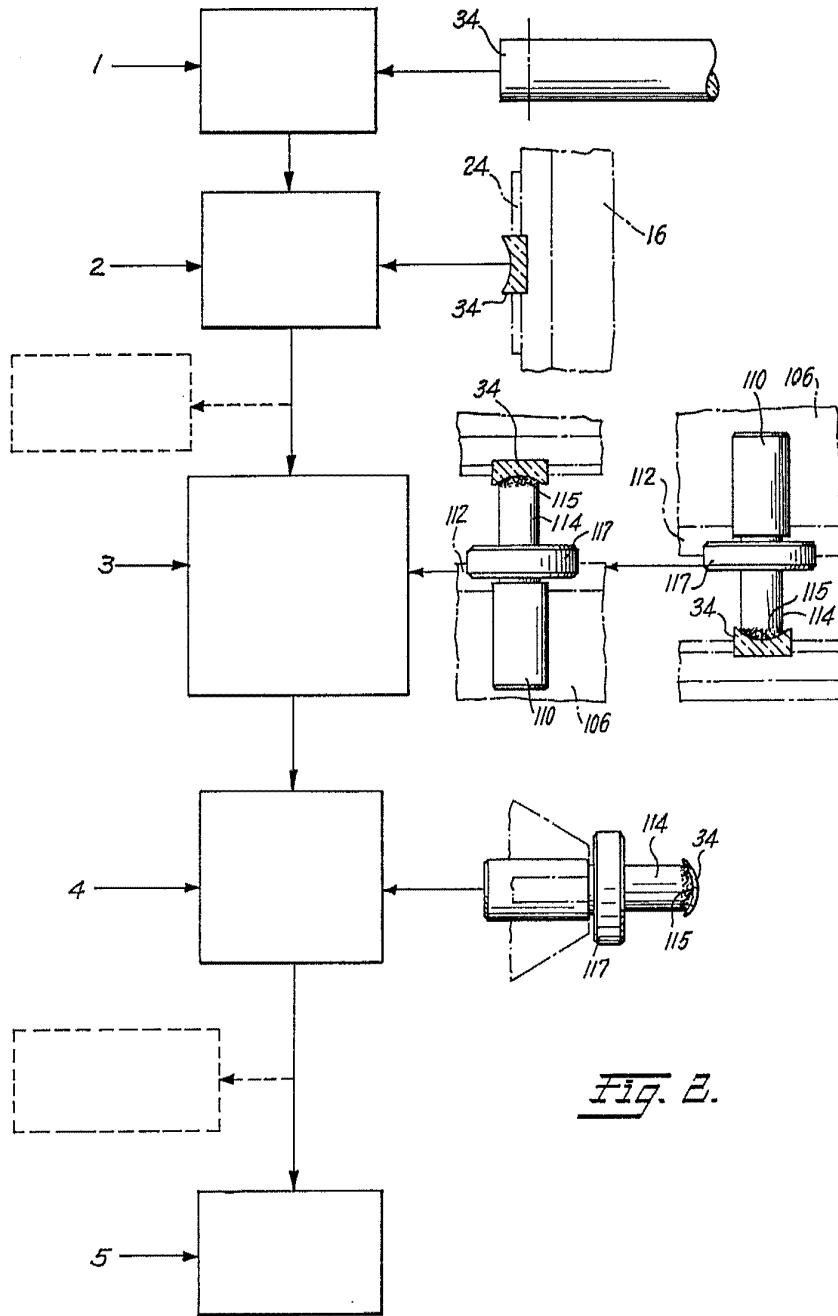
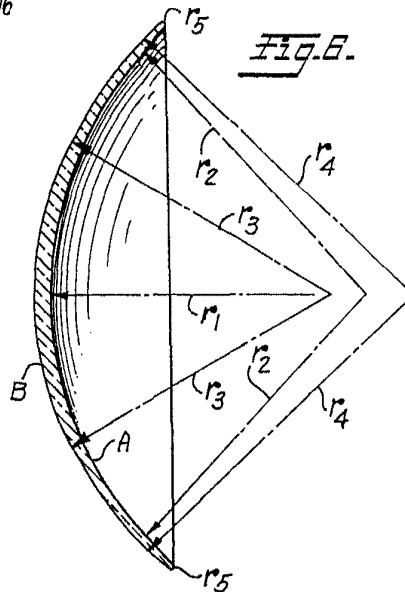
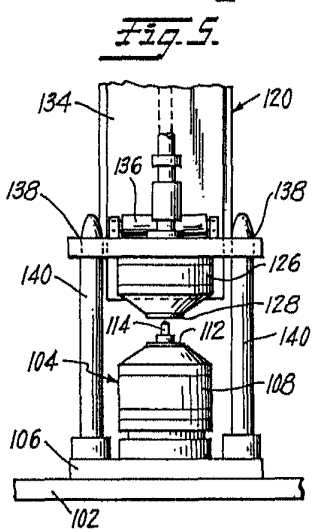
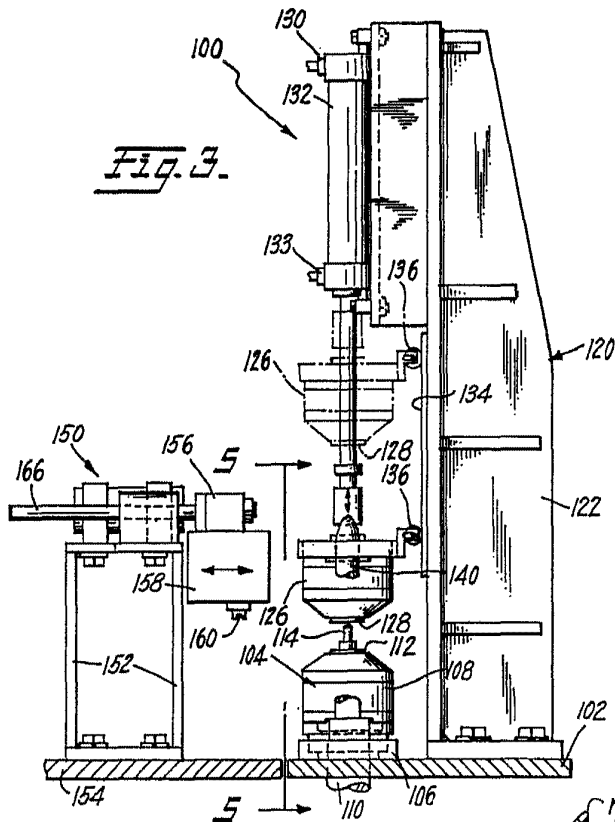


Fig. B.

Fernando de Elzaburu
Per. yoder.

P71642



Fernando de Vizcaya
Per Poder.

P71647

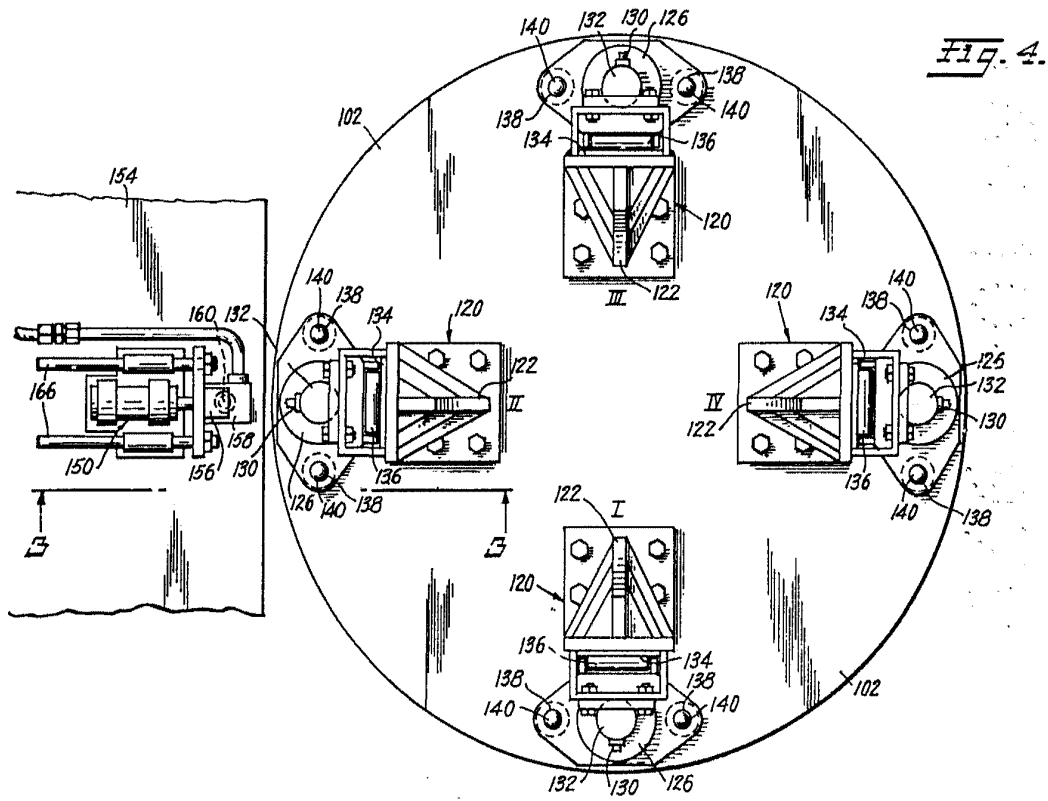


Fig. 4.

Fernando de Bizoburu
Por Poder.

AUTOMATED OPTICS INC

SPAIN

V/V P71647

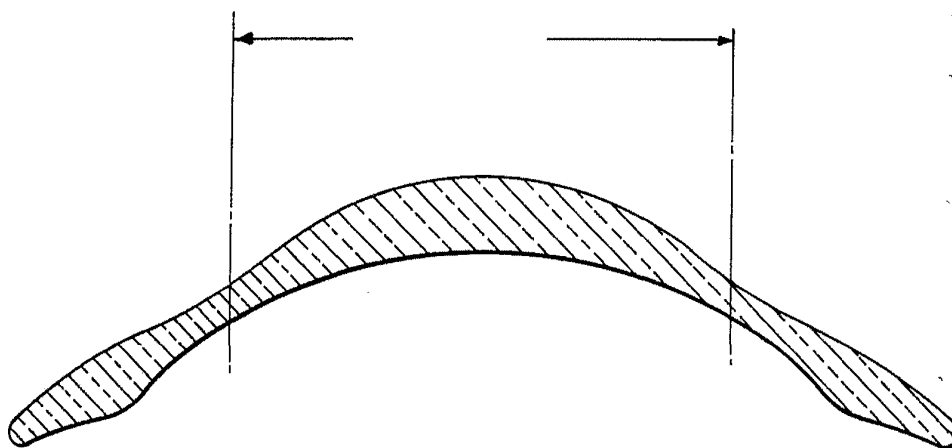


Fig. 7.

Fernando de Elizaburu
For Poder.