

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



(10) ES	(11) NUMERO	(10) A 1
(21)	456927	
(22)	FECHA DE DEPÓSITO	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
670.031	24.3.76	EE.UU. de A.

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(61) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G02C	

(54) TITULO DE LA INVENCION

Procedimiento y molde para la fabricación de lentes de contacto.

(71) SOLICITANTE (S)

THOMAS H. SHEPHERD, nacionalidad estadounidense.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

residente en 12 North Greenwood Avenue, Hopewell, New Jersey 08525, U.S.A.

(72) INVENTOR (ES)

el mismo solicitante.

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

D. Jaime Gomez-Acebo y Modet.

La presente invención se refiere a un procedimiento y un molde para la fabricación de lentes de contacto.

- El principal problema a resolver en la utilización de un sistema de molde cerrado para moldear objetos, como las lentes de contacto, donde la apariencia superficial, regularidad de las partes marginales y cantos y acabados superficiales son importantes, es la compensación de la inevitable contracción que se produce en la polimerización. Con muchos materiales monómeros, la contracción volumétrica en la polimerización es del orden del 12 al 22%. Esta contracción ha sido hasta el momento presente la causa que ha evitado el moldeo satisfactorio de objetos tales como lentes de contacto partiendo de monómeros de vinilo como los ésteres de acrilato y metalcristo, vinilpirrolidona, acrilamida sustituida o sin sustituir o metalcristalaminas y similares. Por ejemplo, según se indica en la patente EE.UU. número 3.660.545 (columnas 1 y 2) un acrilato ó mezcla de éster de metalcristato en polimerización, mantenida en un molde de vidrio cerrado, invariablemente se separa de una superficie del molde y produce la formación de cavidades superficiales que hacen que el objeto moldeado sea inapropiado como lente.

- En otro método de la tecnología anterior (vease la patente EE.UU. número 3.660.545), la mezcla de polimerización se mantiene entre elementos de molde de vidrio cóncavo y convexo con un espacio de separación anular interpuesto entre los mismos que se reduce según se produce la polimerización, pero igualmente se produce una configuración de bordes irregulares a causa de la contracción en la polimerización. Esta parte marginal podría quitarse cortán

dola, pero esta operación dá lugar a un espesor notable de los bordes que tiende a agarrarse al párpado durante el movimiento del mismo y se produce desplazamiento de la lente.

5. Estas dificultades que se encuentran con la compensación de la contracción han evitado con anterioridad a éste invento la producción de lentes por moldeo en sistemas de moldes cerrado y otros métodos para producir lentes de contacto de materiales polímeros reticulados como el moldeo por centrifugación, por lo que se han empleado mecanización y pulimentación.

10. En el procedimiento de moldeo centrifugo, según se indica en la patente numero 3.408.429 y en la patente numero 3.496.254 de los EE.UU. , la mezcla de polimerización está contenida en un molde giratorio abierto que tiene una superficie cóncava. La superficie convexa exterior de la lente se forma por lo tanto por la superficie del molde y la superficie cóncava posterior de la lente se forma como resultado de fuerzas centrifugas, tensión superficial de la mezcla de polimerización y otros factores como el tamaño y forma del molde, el volumen de la mezcla de polimerización las condiciones de la superficie del molde, etc. La superficie cóncava de la lente así formada, es aproximadamente de forma parabólica y se deben controlar muchos factores para producir lentes reproducibles. Las lentes

15.

20.

25.

producidas por el moldeo centrifugo exigen normalmente acabado de los bordes después de la polimerización y la calidad óptica no es superior porque no existe una zona óptica verdaderamente esférica a causa de la naturaleza asférica de la superficie posterior.

5.

La mayoría de los fabricantes de lentes de contacto de materiales polímeros reticulados recurren a una operación tradicional de mecanización y polimentación de las lentes según salen de moldeo, según se indican en la patente EE.UU. numero 3.361.858. Este método tiene la ventaja de poderse hacer a medida las curvaturas y potencia de las lentes en cualquier grado que se desee y alcanzarse una gran calidad óptica. El procedimiento tiene el inconveniente de exigir artesanos muy expertos para una producción de calidad.

10.

15.

Este invento tiene por objeto proporcionar un procedimiento para producir lentes moldeadas en un sistema de molde cerrado, cuyas lentes tienen las características convenientes ópticas y de ajuste de las lentes mecanizadas y pulidas.

20.

El invento comprende una nueva forma de molde y el modo de utilizarlo para producir lentes de contacto. El molde comprende una parte macho, una parte hembra, y una parte de borde flexible. La parte macho comprende una superficie de moldeo, y en las modalidades preferibles, un

25.

segmento de sustentación prácticamente cilíndrico en el cual dicha superficie de moldeo se une circunferencialmente alrededor de la circunferencia inferior del segmento de sustentación. La superficie de molde tiene una curvatura predeterminada que proporciona una de las superficies de la lente de contacto.

La parte hembra comprende, de un modo similar, una segunda superficie de moldeo y, en las modalidades preferibles, una parte de sustentación cilíndrica hueca. El diámetro interior de dicho cilindro es prácticamente equivalente al diámetro exterior de la parte de sustentación del segmento macho, teniendo no obstante el segmento hembra un diámetro tan solo ligeramente mayor que el del segmento macho. Los diámetros se determinan previamente de modo que exista suficiente holgura para que el segmento macho se adapte en el segmento hembra y permita que el exceso de monómero u otro material empleado en el proceso de elaboración fluya entre los dos segmentos. No obstante, la holgura no deberá ser tan grande que permita que el eje de los dos segmentos no quede alineado en el grado que pudiera afectar perjudicialmente el centrado óptico de la lente que se ha de producir.

En las modalidades preferibles, un extremo de la parte hembra se cierra con la segunda superficie de moldeo de curvatura predeterminada, proporcionando dicha superfi-

cie de moldeo la segunda superficie de la lente de contacto que se ha de producir.

5. La parte de borde flexible se une integralmente a la superficie de moldeo de la parte macho o la parte hembra de tal manera que es coaxial con la misma.

10. Las superficies del molde se disponen de tal forma que una es cóncava y la otra convexa. Según se verá más adelante, todas las combinaciones de curvatura cóncava y convexa junto con la parte del borde unida a una u otra, quedan dentro del alcance del presente invento.

Las figuras 1 a 6 son vistas despiezadas en alzado de las modalidades del presente invento.

15. La figura 1 representa una superficie de moldeo macho convexa con el borde flexible unido a la misma y una superficie de moldeo hembra cóncava.

La figura 2 ilustra una superficie de moldeo macho cóncava y una superficie de moldeo hembra convexa con el borde flexible unido a la superficie hembra.

20. La figura 3, es similar a la figura 2, excepto que el borde flexible se une a la parte macho.

La figura 4, es otra modalidad de la figura 3.

La figura 5, es similar a la figura 1, excepto que la parte de borde flexible se une a la superficie hembra de moldeo.

25. La figura 6 ilustra una versión simplificada de

la modalidad de la figura 1.

La figura 7, ilustra una vista comprimida de la figura 1, en la cual el borde se representa en forma flexionada.

5. En todas las figuras, los últimos dos dígitos representan elementos equivalentes numerados con tres dígitos en los cuales los últimos dos dígitos son iguales. Así, el elemento 110, elemento 210, elemento 310 y elemento 410 representan todos la parte macho de moldeo.
10. En la exposición más detallada de la modalidad de mayor preferencia expuesta a continuación solamente se describirá la figura 1, y las explicaciones relativas a la misma tienen igual aplicación a las modalidades de todas las demás figuras.
15. El molde comprende dos partes; a sea una parte macho 110 y una parte hembra 130. La parte macho, en las modalidades preferibles, comprende un segmento de sustentación prácticamente cilíndrico 114 que lleva unido discrecionalmente a su extremo superior un borde 112. En la modalidad preferible, debido al ahorro de materiales de molde, dicha parte cilíndrica 114 es hueca según se ilustra; no obstante, el invento no ha de considerarse limitado a esta forma. El elemento de sustentación 114 se cierra por la superficie de moldeo 120 unida circunferencialmente al fondo del cilindro 114. La curvatura de 120 se de-
- 20.
- 25.

- termina previamente para que cumpla con las exigencias ópticas de la lente que se ha de producir. La curvatura puede ser enteramente esférica o a esférica o combinaciones de ambas. Además, la superficie puede ser tórica en la zona central o zona óptica; no obstante, la parte periférica debe ser simétrica con respecto al eje central de la lente para conseguir un asentamiento o coincidencia apropiada con el reborde que se describirá más adelante. En la modificación de la figura 1, un anillo circunferencial flexible 116 se sitúa alrededor de la superficie de moldeo formando parte íntegra de la misma. Dicho anillo 116 comprende una superficie exterior 117, una superficie interior 119, y un canto de contacto 118.

- La parte hembra 130 comprende, en las modalidades de preferencia, un elemento cilíndrico de sustentación 134 ajustado, discrecionalmente, en una base 132 colocada circunferencialmente en la misma y una superficie de moldeo 140 colocada en el interior del cilindro 134. Al igual que con relación a la figura de moldeo macho 120, la curvatura de la superficie de moldeo hembra 140 es una superficie predeterminada y puede variar de la misma manera que la curvatura de la superficie del molde 115. La única limitación impuesta en la relación mútua de curvatura de la superficie 120 y 140, que se expondrá con más detalle más adelante, es que el artículo se ha de moldear entre

5. las mismas tenga las características generales apropiadas para una lente de contacto, o sea, que el artículo producido tenga una superficie cóncava que se pone en contacto, cuando se utiliza, con el globo del ojo del usuario y una segunda superficie convexa que se pone en contacto con la parte interna del párpado del usuario.

10. Durante la operación del proceso de elaboración que se expondrá con detalle más adelante, el material que constituye la lente de contacto se deposita en la parte hembra del molde. La parte macho colocada en el interior de la parte hembra, de tal manera que la punta 118 del reborde en éste caso unida circunferencialmente alrededor de la superficie macho de moldeo 120, simplemente toca la superficie 140 de la superficie hembra de moldeo. En este punto el exceso de material de moldeo se exprime entre el canto exterior del dispositivo cilíndrico de sustentación 114 y el canto interior del dispositivo cilíndrico de sustentación 133. En la modalidad ilustrada en las figuras, ni se ilustra ni se utilizan canales de bebedero en dichas partes cilíndricas. No obstante, la utilización de moldes con dichos canales ha de considerarse dentro del alcance del presente invento. No se utilizan en las modalidades preferibles puesto que la utilización de dichos moldes exige una etapa adicional, y más costosa, en la fabricación de los moldes y su utilización no se consideran necesarias.

15.

20.

25.

Los dibujos no son a escala, en particular en lo que se refiere a los segmentos de reborde por ejemplo 116 y la holgura por ejemplo entre 114 y 133.

5. Las dos piezas del molde que contiene el material de moldeo se someten procesos de moldeo que se expondrán con detalle más adelante. Durante la etapa de moldeo, el material de moldeo se contraerá y esta contracción puede ser del orden del 20% del volumen del material de moldeo presente originalmente entre la superficie 119, 120 y 140.
10. Como dicha contracción tiene lugar en un espacio totalmente cerrado, se forma un vacío en potencia contrarrestado por la presión atmosférica externa que hace que los dos moldes 110 y 130 se muevan uno hacia el otro. La flexibilidad del reborde 116 permite que los moldes se aproximen más entre sí debido a la flexión del reborde 116 de una manera uniforme. Si se desea, se puede aplicar presión externa para asegurar que la superficie de moldeo se aproximen entre sí lo más posible. No obstante, la aplicación de dicha presión externa es discrecional, y a pesar de que en ciertos casos puede dar lugar a mejores resultados, la operación puede proseguir satisfactoriamente sin dicha presión externa. Al completarse la etapa de moldeo, los moldes se separan y la lente producida se desmoldea en estado de utilización excepto en lo que se refiere a limpieza y pulido de los bordes o cantos. La superficie ópticas, o sea las superficies de contacto, quedan en el estado deseado.
- 15.
- 20.
- 25.

Según se ha expuesto anteriormente, el conjunto de moldes ilustrado en la figura 1, es el de la modalidad de preferencia, en el sentido de que es el más sencillo de las modalidades preferibles del presente invento respecto a fabricación. A pesar de todo, según se ha expuesto anteriormente, el invento no queda en modo alguno limitado a esta modalidad. La figura 5 ilustra una variación de la figura 1, en la cual el reborde 536 forma parte íntegra de la superficie hembra de moldeo 540. En esta modificación, como en la de la figura 1, la superficie macho es convexa y la superficie es cóncava. El canto superior 538 del anillo 536 se pone en contacto con la superficie hembra de moldeo 520 y las superficies que comprenden el material moldeado formador de la lente están definidas por la superficies comprendidas entre el punto sobre la superficie 520 en contacto con el canto 538 y con la superficie interna 539 del canto 536 junto con la parte interna de la superficie de moldeo 540. La operación del proceso de elaboración es similar a la descrita en general con respecto a la figura 1, y con más detalle más adelante.

La figura 2, ilustra otra modalidad del invento en la cual el anillo de arista 236 se une a la superficie hembra de moldeo 240. No obstante, en esta modificación, la superficie hembra de moldeo 240 es convexa, y por lo tanto, la superficie macho de moldeo 220 es cóncava. En otro

respecto, la operación del proceso de elaboración y la relación mútua de sus partes componentes son como anteriormente.

5. La figura 3, ilustra una modificación de la modalidad de la figura 2, donde la parte de anillo flexible 316 se une a la parte cóncava macho 320 en lugar de unirse a la superficie convexa hembra de moldeo 340.

10. En la modificación de la figura 4, se presenta una variación de la modalidad de la figura 3, en la cual el anillo de arista flexible 16 (en este caso 416) se sitúa realmente sobre el canto de la superficie de moldeo 420 en lugar de encontrarse interiormente como se ilustra en la modificación de la figura 3.

15. En la modalidad simplificada de la figura 1, anterior, el elemento de sustentación cilíndrico 14 de la parte macho y el elemento de sustentación cilíndrica 34 de la parte hembra se eliminan en la figura 6, por lo que las superficies del molde 620 y 640 se ajustan directamente una en la otra. A pesar de que esta modificación es satisfactoria e ilustra características básicas del invento, son preferibles las modificaciones que in-cluyen adicionalmente el dispositivo cilíndrico de sustentación en vista de su mayor estabilidad de manejo. El
20. avance en la tecnología que representa el presente invento
25. depende de la interacción de diversos factores, uno

- de los cuales es la forma del molde expuesta en éste caso y anteriormente. Los otros factores son la naturaleza de los materiales utilizados para construir el molde. El material utilizado para la construcción del molde, en las condiciones empleadas en el procedimiento del moldeo, debe ser lo suficientemente rígido para conservar las curvaturas predeterminadas de las superficies de moldeo. No obstante, cuando se forma en un anillo delgado como el anillo 116, será suficientemente flexible para permitir la contracción del volumen de moldeo mencionada anteriormente.
- 5.
- 10.

- Se ha averiguado que los materiales apropiados para la fabricación de los moldes son resinas termoplásticas que son inertes al medio polimerizante que tienen la flexibilidad necesaria en condiciones de polimerización, que no se adhieren fuertemente a los materiales polimerizados y que se pueden moldear con una superficie de calidad óptica. Los materiales especialmente idóneos comprenden poliolefinas como los productos de densidad baja, media y alta de polietileno, copolímeros de propileno conocidos como polialómeros, polibuteno-1, poli-4-metilpenteno-1, acetato de etilenvinilo y copolímeros de alcohol etilenvinílico, y copolímeros de etileno como los poliionómeros. Otros materiales apropiados son las resinas poliacetálicas y resinas de copolímeros acetálicos, poliarileteres, sulfuros de polifenileno, sulfones de poliarilo, sulfonas
- 15.
- 20.
- 25.

de poliarileter, nilón 6, nilón 66, y nilón 11, poliéster termoplástico, poliuretanos y diversos materiales fluorados como los copolímeros de etileno-propileno fluorados y los copolímeros de etileno-fluoretileno.

5. La elección de un material termoplástico particular para utilizarse en la fabricación de moldes estará dictada en cierto grado por las condiciones de polimerización que se empleen en el nuevo proceso para la fabricación de lentes de contacto. En general, una guía es la temperatura de deformación térmica a una tensión de fibra de 4,64 kg/cm² (ASTM D648) del material termoplástico. Los moldes termoplásticos son en general apropiados para este invento a temperaturas de polimerización del orden de 20° a 40°C y más por debajo de la temperatura de deformación térmica del material termoplástico hasta unos cuantos grados, apropiados 10°C o más por encima de dicha temperatura de deformación térmica.

10. For ejemplo, el polietileno de baja densidad tiene una temperatura de deformación térmica de 40-50°C, y se obtienen resultados aceptables con una carga ligera con este material a temperaturas de polimerización del orden de 30°C hasta por encima de 70°C. Por encima de 70°C que se pueden producir una ciepta deformación de las superficies ópticas.

15. No obstante, empleando polipropileno, que tiene

20.

25.

una temperatura deformación térmica del orden de 100 a 120°C, con muy poca presión o sin aplicar presión, se obtienen resultados aceptables a temperaturas de polimerización del orden de 65°C a 120°C. Por debajo de 65°C, la flexibilidad del reborde de plástico no es suficiente para compensar la contracción, y por encima de 120°C se produce deformación ópticas.

5. Se pueden emplear temperaturas elevadas de polimerización para materiales como los nilones, sulfuros de polifenileno, polisulfonas y polímeros fluorados que tienen temperatura de deformación térmica superiores. Además, se puede operar a temperaturas menores de polimerización aumentando la "carga" o aplicando presiones en el molde cerrado. Por ejemplo, puede ser que aparezca marcas de contracción o vacíos superficiales en lentes moldeadas hechas con los moldes de polipropileno de éste invento a una temperatura de polimerización por debajo de 65°C con una ligera presión de cierre aplicado en el molde; no obstante si la presión de cierre se aumenta por ejemplo a 0,70 Kg/cm² (calculadas sobre el área del molde total) se obtienen lentes exentas de defectos superficiales. Por lo tanto, la flexibilidad necesaria del reborde del molde se puede obtener por una combinación de temperatura de polimerización y presión de cierre.

10. Se observará que el elemento macho del molde, o

15.

20.

25.

- sea 110, tiene el reborde 116 formando parte íntegra de la periferia de la superficie macho de moldeo 120. La unión de la base del reborde 116 con la superficie 120 forma la parte posterior del borde de la lente, mientras que en la
5. línea coincidente 118 del reborde con el elemento hembra del molde 140 forma la configuración anterior del borde. El espesor general del borde así formado es la "altura" del reborde 116, v.g, canto exterior 118 hasta el canto interior 113, menos la distancia en que flexiona el reborde
10. para compensar la contracción que se produce en la polimerización. Dependiendo del espesor de canto deseado, la altura del reborde 116 puede variar desde aproximadamente 0,05 mm para un canto muy delgado, hasta 0,3 mm para un canto redondeado bastante grueso. En un ejemplo normal, la altura
15. del reborde 116 a partir del canto 118 hasta el canto 113 de la curva, es de 0,10 mm. Si se emplea una mezcla de polimerización que tenga una contracción volumétrica del 20%, el reborde debe flexar entonces suficientemente para permitir que el espesor del canto se contraiga a 0,08
20. mm. Esta flexión tiene lugar en general por una incurvación hacia el interior según se ilustra en la figura 7. Una flexión similar se produce en las modalidades de las figuras 2- 6.

Es conveniente que el vértice del reborde sea

25. lo más delgado posible para reducir al mínimo la irregularidad

ridad en la "línea coincidente o línea divisoria". En la práctica, el espesor del vértice del reborde se mantiene por debajo de 0,04 mm, y preferiblemente por debajo de 0,01 mm. El reborde es muy delicado y el elemento macho del molde se debe manejar con cuidado para evitar su deterioro.

El diámetro exterior de la mitad del molde macho debe ser suficientemente menor que el de la mitad hembra para permitir que escape el exceso de material que se polimeriza al cerrar el molde. La conificación de las mitades macho y hembra ayuda a eliminar el exceso de material, pero no es un factor crítico. En general, la mitad macho es preferiblemente de 0,01 a 0,3 mm menor de diámetro que la mitad hembra. Si la diferencia de tamaño es demasiado grande, por ejemplo de 0,5 mm, la alineación de los centros ópticos de las dos mitades del molde resulta problemática, aún cuando el invento es todavía aceptable.

En la práctica de éste invento, los moldes metálicos diseñados para producir moldes termoplásticos macho y hembra deseados se fabrican por operaciones tradicionales de mecanización y pulimentación. Estos moldes metálicos se utilizan entonces en máquinas de moldeo por inyección o por compresión para producir una pluralidad de moldes termoplásticos los cuales, a su vez, se utilizan para moldear las lentes deseadas a partir de mezclas polimerizables o vulcanizables. Así, un conjunto de moldes metálicos

pueden producir una gran número de moldes termoplásticos los cuales, a su vez, producen un número aun mayor de lentes, puesto que los moldes termoplásticos se pueden volver a utilizar si se manejan con cuidado. Esto constituye un considerable ahorro sobre el método tradicional de mecanización y pulimentación de lentes individuales, puesto que las operaciones de mecanización y pulimentación se llevan a cabo solamente en moldes metálicos originales.

El diseño de las lentes producidas por éste invento no quedan restringido a ningún conjunto hacer particular de parámetros. Ambas superficies anterior y posterior de la lente puede consistir en curvas enteramente esféricas o curvas a esféricas o combinaciones de ambas. Por ejemplo, la parte central de la lente puede consistir en curvas esféricas en ambas superficies anterior y posterior, y la periferia de la superficie anterior puede consistir en una curva esférica más pronunciada o más aplanada, y la periferia de la superficie posterior puede ser a esférica para conseguir características de adaptación mejorada. Además una o ambas de la superficie puede ser tórica en la zona central y vertical; no obstante, la parte periférica debe ser asimétrica con respecto al eje central de la lente para conseguir un asentamiento o coincidencia apropiados en el reborde solidario.

Las mezclas de monómeros, prepolímero o vulcani

- sables, particularmente útiles en la práctica de éste invento, comprenden ésteres acrílicos hidrófobos ésteres acrílicos de alquilo apropiadamente inferior, conteniendo la parte alquímica de 1 a 5 átomos de carbono, por ejemplo metilacrilato, o metalcrlato, etilacrilato o metalcrlato, n-propilacrilato o metalcrlato, isopropilacrilato, o metalcrlato, isobutilacrilato o metalcrlato, n-butilacrilato o metalcrlato, o varias mezclas de estos monómeros. Para una mayor estabilidad dimensional y resistencia a la deformación, los monómeros anteriores o mezclas de monómeros se pueden mezclar además con una proporción menor de especies polimerizables difuncionales o polifuncionales para producir reticulación de la matriz polímera según se produce la polimerización. Como ejemplos de dichas especies difuncionales o polifuncionales se citan: divinilvenceno, diacrilato de etilenglicol o metalcrlato, diacrilato de propilenglicol o metalcrlato, y los ésteres de acrilatos o metalcrlatos de los polioles siguientes: Trietanolamina, glicerol, pentaeritritol, butilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, tetraetilenglicol, manitol, sorbitol y similares. Otros monómeros de reticulación pueden comprender N, N-metilenbis-acrilamida o metalcrlamida, divinilvenceno sulfonado, y divinilsulfona.

- Además, los monómeros anteriores o mezclas de los mismos se pueden mezclar además con especies polímeras li-

neales que sean solubles en las mismas en tanto que la viscosidad de la solución o "jarabe de molde" formado por la mezcla no alcance un grado que dificulte la eliminación de burbujas.

5. Otros materiales monómeros apropiados para la producción de lentes por éste invento, son las mezclas de monómeros hidrófilos que forman redes reticuladas tridimensionales como las que se describen en la patente EE.UU. número 3.822,089. Como monómeros hidrófilos ilustrativos se citan los monoésteres hidrosolubles de ácido acrílico o ácido metacrílico con un alcohol que tenga un grupo hidroxilo esterificable y por lo menos un grupo hidroxilo adicional como los monoésteres de monoalquilenglicol y polialquilenglicol de ácido metacrílico y ácido acrílico, v.g., monometacrilato de etilenglicol, monoacrilato de etilenglicol, monometacrilato de dietilenglicol, monoacrilato de dietilenglicol, monometilato de propilenglicol, monoacrilato de dipropilenglicol, y similares; las acrilamidas con sustitución N-alquílica y N,N-dialquílica y las metacrilamidas, por ejemplo N-metacrilamida, N,N-dimetilacrilamida, N-metilmetacrilamida, N,N-dimetilmetacrilamida y similares; N-vinilpirrolidona; las N-vinilpirrolidonas con sustitución alquílica, v.g., N-vinilpirrolidona de sustitución metílica, glicidilmetacrilato; glicidilacrilato; y otras conocidas. Así mismo son útiles los acrilatos de
- 15.
- 20.
- 25.
- 25.

eter acrílico y metacrilatos y los fluidos de silicona vulcanizables o elastómeros. Las partes alquílica que son especialmente idóneas en los compuestos mencionados son aquellas que contienen uno a cinco átomos de carbono.

5. Empleándose monómeros hidrófilo o mezclas del mismo, es esencial que se forme una red reticulada tridimensional puesto que los materiales polimerizados absorben agua y se vuelven blandos y flexibles y pierden su configuración si no se reticulan. Por esta razón es conveniente emplear pequeñas cantidades de monómeros de reticulación como los ilustrados anteriormente con respecto a la exposición de los ésteres acrílicos hidrófobos.

10.

Las mezclas monómeras preferibles contienen por lo menos un monoéster monoéster de alquilenglicol de ácido metacrílico, especialmente monometacrilato de etilenglicol, y por lo menos un monómeros de reticulación como el diéster de alquilenglicol de ácido metacrílico, especialmente dimetacrilato de etilenglicol. Dichas mezclas pueden contener otros monómeros polimerizables, convenientemente en pequeñas cantidades, tales como N-vinilpirrolidona, metilmetacrilato, acrilamida, N-metacrilamida, monometacrilato de dietilenglicol, y otros ilustrados anteriormente.

15.

20.

25.

La reacción de polimerización se puede llevar a cabo en masa o con un disolvente inerte. Los disolventes apropiados comprenden agua; disolventes orgánicos como los alcoholes monohídricos alifáticos interiores hidrosolu-

bles así como los alcoholes polihídricos, v.g., glicol, glicerol, dioxano, etc; y mezclas de los mismos. En general, el disolvente, si se emplea, comprenderá una pequeña cantidad de medio de reacción, v.g., inferior al 50% en peso.

5. La polimerización de mezclas de monómeros suele llevarse a cabo con catalizadores de radicales libres del tipo que se utiliza comúnmente en la polimerización de vinilo. Dichas especies de catalizadores comprenden peróxidos orgánicos, percarbonatos, peróxido de hidrógeno y materiales inorgánicos como el amonio, sodio persulfato potásico. La polimerización empleando dichos catalizadores que puede tener lugar a temperaturas comprendidas entre la temperatura del ambiente, v.g., 20°C y aproximadamente 120°C, dependiendo de la velocidad que se deseara a la polimerización.
- 10.

15. La polimerización puede tener lugar también entre mezclas de monómeros o prepolímeros bajo la influencia de temperaturas elevadas de radiación (rayos ultravioletas, rayos X, o degradación radioactiva).

20. Cuando se emplea elastómeros de silicona, la vulcanización puede tener lugar por un mecanismo de curación de radicales libres, o, cuando se trata de dos partes, se puede producir la vulcanización de compuestos llamada RTV por reacciones de desplazamiento o de condensación.

25. Los ejemplos siguientes sirven para ilustrar adicionalmente el invento.

EJEMPLO 1a) Formación de Moldes

Se prepararon moldes hembras de polietileno de gran densidad por moldeo por inyección sobre un molde macho convexo de acero que tenía un diámetro exterior de 12,0 mm un radio central de curvatura de 7,50 mm con un diámetro de cuerda de 10,0 mm y un radio periférico de curvatura de 7,00 mm. Los moldes machos de polietileno de gran densidad se prepararon por molde por inyección en un molde cóncavo de acero que tenía un diámetro interior de 11,9 mm un radio central de 7,00 mm con un diámetro de cuerda de 11,0 mm, y una curva periférica que tenía un radio de 12,5 mm. La periferia de la superficie del molde curvada se rebajó para formar un reborde periférico de 0,01 mm de anchura en el vértice que salía del canto de la curvatura una distancia de 0,12 mm. La medición por radioscopia demostró que el radio central de curvatura de los moldes cóncavos hembra era de $7,43 \pm 0,04$ mm y el diámetro interior media 12,1 mm. El diámetro exterior de los moldes macho era de 11,8 mm y el radio central de curvatura era $6,95 \pm 0,03$ mm.

EJEMPLO 1b) Formación de Lentes

Diez moldes hembras cóncavos se colocaron sobre una superficie plana con la cavidad dirigida hacia arriba. Se preparó por mezcla completa una solución consistente en 100 partes de 2-hidroetilmetacrilato cuidadosamente purificado 30 partes de agua destilada; 25 partes de eter

- dimetílico de etilenglicol; 0,4 partes de dimetalacrilato de trietilenglicol; y 0,2 partes de percarbonato de diisopropilo. En el molde hembra se depositó 0,cc de la solución y las mitades del molde macho se introdujeron lentamente para desplazar el exceso de solución sin desplazar las burbujas. Se aplicó una presión ligera sobre las mitades hembra para asegurar el asentamiento del reborde. Los moldes llenados se colocaron entonces en una estufa de aire en circulación a 45°C por espacio de 1,5 horas. Después de enfriarse a la temperatura ambiente, los moldes se abrieron, se quitó el "anillo" de material polimerizado que rellenaba la cavidad cilíndrica en la corona circular entre las mitades del molde, y la lente flexible que se había adherido ligeramente a la mitad hembra del molde se desprendió cuidadosamente. Después de empapar la lente en solución salina fisiológica para lixiviar el éter dimetílico de etilenglicol de la lente se examinó la lente.

- Los cantos eran suaves y formados uniformemente no exigían tratamiento adicional, y las superficies eran lisas y sin defectos. La lente tenía un espesor central de $0,19 \pm 0,02$ mm, un poder óptico de -2,50 a -2,75 dioptrías y un diámetro de 12,0 mm.

EJEMPLO 1c) Formación de Lentes

- En los moldes del ejemplo la se moldearon lentes con una solución consistente en 55 partes de 2-hidroxi-me

tilmetalcrilato purificado; 45 partes de N,N- dimetilacri~~na~~
amida; 30 partes de agua; 20 partes de éter dimetílico de
dietilenglicol; 0,3 partes de metilen-diacrilamida; y 0,3
partes de percarbonato de diisopropilo, en una forma idé~~n~~
tica a la del ejemplo 1b

5.

Se obtuvieron lentes sin defectos que tenían espeso-
res centrales de $0,20 \pm 0,03$ mm, espesores de bordes de
0,10 \pm 0,02 mm, diámetro de 13,0 mm y poderes ópticos de
-2,25 a -2,50 después de equilibración en solución salada
al 0,9%. El mayor tamaño y algo menor poder óptico de estas
lentes sobre las del ejemplo 1 se debía al mayor coeficien
te de hinchazón de ésta composición polímera en agua.

10.

EJEMPLO 2a) Formación de Moldes.

Se prepararon moldes hembras empleando un copoli
mero de etileno-acetato de vinilo (que tenía un contenido
de acetato de vinilo del 10%) por moldeo por inyección
en un molde convexo macho de acero que tenía un diámetro
exterior de 8,3 mm, un radio central de curvatura de 8,60
mm con un diámetro de cuerda de 6,5 mm y un radioperiféri
co de curvatura de 7,55 mm. Se produjeron moldes macho con
el mismo copolímero por moldeo por inyección en una cavi-
dad hembra de acero que tenía un radio cóncavo central de
curvatura de 7,50 mm con un diámetro de cuerda de 7,8 mm
y un radio periférico de curvatura de 9,50 mm. La perife-
ria del molde cóncavo se rebajó para formar un reborde

15.

20.

25.

sobre la parte moldeada que sobresalía 0,1 mm del canto de la superficie curvada con un espesor en el vértice de 0,015 mm. El diámetro interior del molde de acero cóncavo era de 8,0 mm.

5. El diámetro interior de las cavidades hembra moldeadas por inyección era de 8,2 a 8,4 mm y el radio central de curvatura era de $8,55 \pm 0,05$ mm. El diámetro exterior de los moldes macho de plástico convexo era de 7,9 mm y el radio central de curvatura era de $7,45 \pm 0,03$ mm.

10. EJEMPLO 2b) Formación de Lentes

- Se preparó una solución consistente en 98 partes de metilmetacrilato; 20 partes de etilendimetilacrilato; y 0,3 partes de di-t-buticiclooxiperosibicarbonato, y 0,3 cc de la solución se introdujeron en cada uno de 10 moldes hembra cóncavos encarados hacia arriba. Los moldes hembra se introdujeron lentes en cavidades para desplazar el aire y el exceso de mezcla monómera. Los moldes hembra se prensaron ligeramente para asegurar asentamiento del reborde sobre la superficie cóncava del molde hembra y los moldes se colocaron en una estufa de aire en circulación a 60°C por espacio de 1,5 horas. Los moldes se enfriaron y se abrieron después, Las lentes exentas de defectos tenían un diámetro de 7,9 mm un espesor central de $0,10 \pm 0,02$ mm, radios posteriores centrales de curvatura de $7,47 \pm 0,4$ mm y poder óptico del orden de -7,50 a -8,50 dioptrias.
- 15.
- 20.
- 25.

Las lentes mostraban una resistencia superior a la deformación y se podían flexar sin deformación permanente al contrario que lo que ocurría con lentes de las mismas dimensiones fabricadas de polimetilmetacrilato sin reticular.

5.

EJEMPLO 3a) FORMACION DE MOLDES

Empleando los moldes metálicos del ejemplo 1a, se prepararon moldes de material termoplástico hembras y machos empleando nilón 11. Se obtuvieron moldes de nilón con cavos hembra que tenían un diámetro interior de 12,0 mm y un radio central de curvatura de $7,48 \pm 0,03$ mm. Se obtuvieron moldes de nilón macho que tenían un diámetro exterior de 11,8 mm y un radio convexo central de curvatura de $6,99 \pm 0,03$ mm. El reborde periférico se proyectaba 0,14 mm del canto de la superficie curvada y tenía menos de 0,11 mm de espesor en su vértice.

10.

15.

EJEMPLO 3b) FORMACION DE LENTES

Se mezcló un líquido compuesto por dos partes de metino y silicona, transparente, vulcanizable, a temperatura ambiente, y se depositaron 0,4 cc de la mezcla en moldes hembra cóncavos encarados hacia arriba. Los moldes macho se introdujeron para desplazar el exceso de fluido y los moldes se prensaron ligeramente para asegurar el asentamiento del reborde. Los moldes se depositaron en una estufa aire en circulación a 135°C por espacio de dos horas.

20.

25.

Después de enfriarse, los moldes se abrieron y se midieron las lentes. El espesor central era de $0,22 \pm 0,02$ mm, el espesor de los bordes era de $0,11 \pm 0,02$ mm, y el poder óptico era del orden de $-2,00$ a $-2,50$ dioptrias.

5. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

5. 1.- Procedimiento y molde para la fabricación de lentes de contacto, procedimiento caracterizado porque comprenden las etapas: cargar una mezcla polimerizable en la parte hembra de un molde termoplástico constituido por una parte macho que incluye una primera superficie de moldeo, y una parte hembra que incluye una segunda superficie de moldeo; cerrar el molde con la parte de macho del molde; someter el sistema de molde cerrado a condiciones de activación durante un periodo de tiempo suficiente para efectuar la polimerización de la mezcla polimerizable; y recuperar del molde el producto polímero resultante, cuyo producto polímero tiene la forma de una lente de contacto.
- 10.
15. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la mezcla polimerizable comprende por lo menos un monómero del grupo consistente en monómeros hidrófobos, monómeros hidrófilos y mezclas de los mismos.
20. 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la mezcla polimerizable contiene una cantidad principal en peso de monoéster de alquilenglicol hidrosoluble de ácido metalcrílico y una pequeña cantidad en peso de un agente reticulante, basado en el peso de los monómeros polimerizables.
25. 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque la mezcla polimerizable contiene una mayor

cantidad de monometalcrilato de etilenglicol y una pequeña cantidad de dimetalcrilato de etilenglicol.

5. 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la polimerización se efectúa en presencia de iniciadores de radicales libres o radiación.

10. 6.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque las condiciones de polimerización comprenden temperaturas del orden de 40°C hacia abajo hasta 10°C hacia arriba de la temperatura de deformación térmica a una tensión de fibra de 4,65 kg/cm² para el material termoplástico del molde.

7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque comprende además la etapa de aplicar presión externa al molde durante la etapa de polimerización.

15. 8.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende las etapas; cargar una mezcla de componentes vulcanizables o polimerizables en la parte hembra de un molde, que tiene una parte macho que incluye una primera superficie de molde, y una parte hembra que incluye una segunda superficie de moldeo; cerrar el molde con la parte macho del molde; someter el sistema de molde a condiciones de activación para la vulcanización o polimerización; y recuperar el vulcanizado o producto polímero resultante, cuyo producto tiene la forma de una lente de contacto.

20.

25.

5. 9.- Molde para la aplicación del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque se forma por una parte macho que incluye una primera superficie de moldeo que tiene un eje geométrico longitudinal principal, cuya superficie de moldeo tiene una curvatura determinada para formar una primera superficie de dicha lente de contacto deseada; una parte hembra que comprende una segunda superficie de moldeo que tiene un eje longitudinal principal, cuya superficie de moldeo tiene una curvatura determinada para formar una segunda superficie de dicha lente de contacto deseada; y una parte de reborde flexible que se une circunferencialmente a una de dichas superficies de moldeo y tiene un eje geométrico común con el eje longitudinal principal de la parte de molde.
10. 10.- Molde según la reivindicación 9, caracterizado porque la parte de reborde se une a la parte macho.
- 11.- Molde según la reivindicación 9, caracterizado porque la parte de reborde se une a la parte hembra.
- 12.- Molde según la reivindicación 10, caracterizado porque la parte macho tiene una superficie de moldeo prácticamente convexa y parte hembra tiene una superficie de moldeo prácticamente cóncava.
- 13.- Molde según la reivindicación 11, caracterizado porque la parte macho tiene una superficie de moldeo prácticamente convexa y la parte hembra tiene una superficie de
- 15.
- 20.
- 25.

moldeo prácticamente cóncava.

5 14.- Molde según la reivindicación 10, caracterizado porque la parte macho tiene una superficie de moldeo prácticamente cóncava y la parte hembra tiene una superficie de moldeo prácticamente convexa.

15.- Molde según la reivindicación 11, caracterizado porque la parte macho tiene una superficie de moldeo prácticamente cóncava y la parte hembra tiene una superficie de moldeo prácticamente convexa.

10 16.- Molde según la reivindicación 9, caracterizado porque el molde se construye de material termoplástico.

15 17.- Molde según la reivindicación 16, caracterizado porque el material termoplástico se elige del grupo consistente en poliolefinas, copolímeros de poliolefinas, polímeros y copolímeros poliazetálicos, éteres poliarílicos, sulfuro de polifenileno, sulfuros de poliarilo, poliarilettersulfonas, poliamidas, poliesteres y polímeros fluorados.

20 18.- Molde según la reivindicación 16, caracterizado porque la altura de la parte de borde flexible varía entre 0,05 y 0,3 mm.

25 19.- Molde según la reivindicación 18, caracterizado porque el espesor del vértice de la parte de borde flexible es inferior a 0,04 mm.

20.- Molde según la reivindicación 16, caracterizado porque se dota de: una parte macho que presenta

una parte de sustentación prácticamente cilíndrica que
tiene un eje longitudinal principal y una primera su-
perficie de moldeo unida circunferencialmente a la par-
te de sustentación cilíndrica, teniendo la superficie
5 de moldeo una curvatura predeterminada para formar una
primera superficie de la lente de contacto deseada; una
parte hembra que comprende una parte cilíndrica hueca
que tiene un eje longitudinal principal y un extremo
superior abierto y un extremo inferior cerrado, siendo
10 el diámetro interior de la parte cilíndrica hembra su-
ficientemente mayor que el diámetro exterior de la par-
te de sustentación macho para permitir la introducción
sin fricción de la parte macho en la misma; cerrándose
la parte hembra circunferencialmente en su extremo infe-
15 rior por una segunda superficie de moldeo que tiene una
curvatura predeterminada para formar una segunda super-
ficie de la lente de contacto deseada; y una parte de re-
borde flexible que se une circunferencialmente a una
de las superficies de moldeo y tiene un eje común con el
20 eje longitudinal principal de la parte de molde, varian-
do la altura de la parte de borde flexible entre 0,05 y
0,3 mm y siendo el espesor del vertice de la parte del
borde flexible inferior a 0,04 mm.

21.- Procedimiento y molde para la fabricación
25 de lentes de contacto, tal y como queda sustancialmente

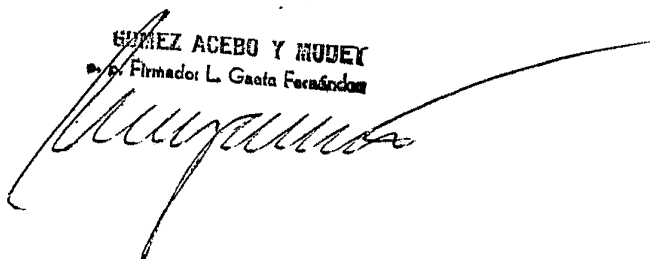
descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

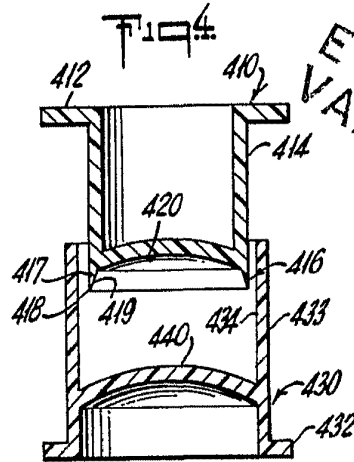
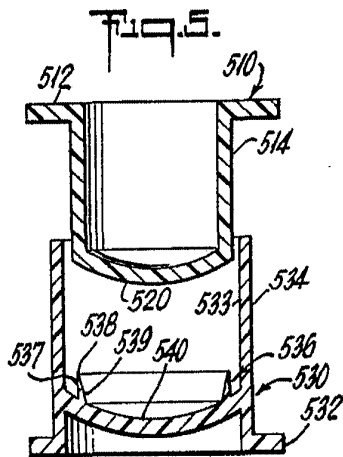
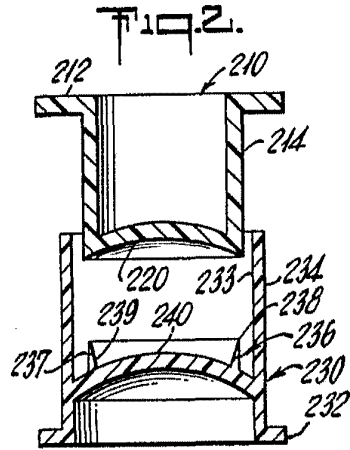
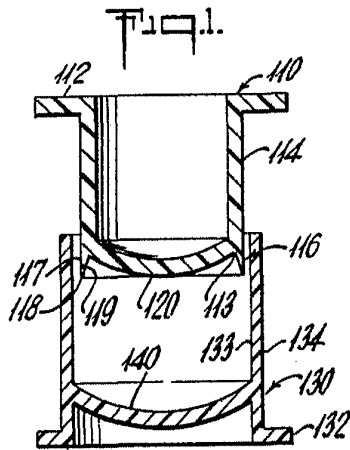
Esta Memoria consta de 34 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 17 MAR. 1977

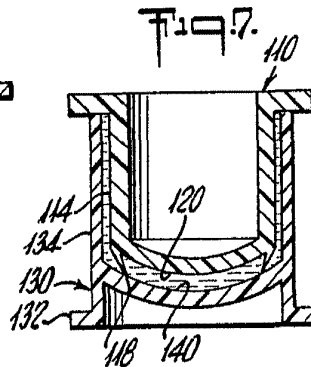
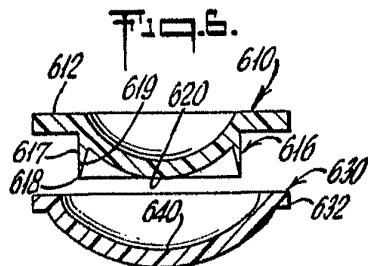
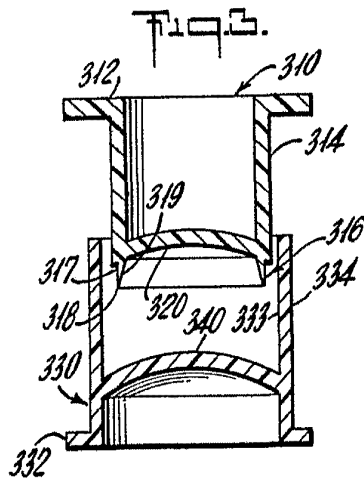
THOMAS H. SHEPHERD

SÁENZ ACEBO Y RUJY
Firmador: L. Gaeta Fernández





ESCALA VARIABLE



Madrid 7 MAR. 1977

CONFECCION Y MONTAJE
DE D. FERNANDEZ Y M. FERNANDEZ

[Handwritten signature]