



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 299 264**

(51) Int. Cl.:

B29D 11/00 (2006.01)

B29C 31/00 (2006.01)

B29C 43/06 (2006.01)

B29C 33/36 (2006.01)

B29C 43/08 (2006.01)

B29C 43/34 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **99950217 .2**

(86) Fecha de presentación : **05.10.1999**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1177090**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **06.02.2002**

(54)

Título: **Moldeo continuo de extrusión-compresión para fabricar artículos ópticos.**

(30)

Prioridad: **30.10.1998 US 182961**

(73)

Titular/es: **Optima Inc.**
111 Research Drive
Stratford, Connecticut 06497, US

(45)

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2008

(72)

Inventor/es: **Yang, Zhou y**
Wu, Yinghui

(45)

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2008

(74)

Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

ES 2 299 264 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Moldeo continuo de extrusión-compresión para fabricar artículos ópticos.

5 **Campo técnico**

La presente invención versa acerca de la fabricación de artículos ópticos, tales como lentes oftálmicas o sustratos para discos compactos mediante moldeo y, en particular, acerca del empleo del método de moldeo continuo de extrusión-compresión para hacer lentes plásticas en el que sale una masa fundida de polímero de un extrusor o aparato de fundición hacia un primer troquel de una pluralidad de juegos de troqueles de compresión de proceso secuencial que se van rotando y que comprenden un primer troquel y un segundo troquel posicionados sobre un sistema giratorio o de correa transportadora, formándose las lentes por la compresión de los juegos de troqueles, separándose las lentes de los troqueles, y reciclándose los troqueles a la carga del troquel y la salida de la masa fundida, y repitiéndose el proceso hasta que se produzca el número deseado de lentes.

15 **Estado previo de la especialidad**

Hace años que se viene empleando el moldeo de compresión directa de polímeros termoplásticos y termofraguados para hacer artículos ópticos de plástico como las lentes. Básicamente, el proceso de moldeo por compresión utiliza un polvo compactado o un material preformado, y el artículo se forma añadiendo el material a un molde, cerrando el molde y aplicando presión en el molde a temperatura elevada. Habitualmente el molde consiste en un troquel inferior y en un troquel superior que forman un molde o juego de troqueles. En un proceso de moldeo termoplástico por compresión de lentes, el material y el molde se calientan hasta una temperatura determinada para ablandar el material y se aplica una fuerza compresora al molde durante un tiempo predefinido para alcanzar un tamaño predefinido de cavidad, saliéndose del molde el material sobrante. A continuación, el molde se enfría y se abre, y se extrae el artículo del molde. Este método, sin embargo, no resulta comercialmente atractivo debido a su elevado tiempo de ciclo y a su baja eficacia energética, y es menos beneficioso económicamente que el proceso de moldeo por inyección. En general, un proceso de moldeo por inyección directa es un método más rápido y eficiente para moldear materiales termoplásticos.

No obstante, al moldear artículos ópticos tales como una lente de prescripción de potencia negativa, los métodos convencionales de moldeo por inyección tienen varios problemas operativos serios. Estos tipos de lentes tienen una sección transversal en la que el centro es más fino que el borde, y esta característica hace muy difícil el moldeado directo por inyección, especialmente cuando la viscosidad de la masa fundida es elevada. En general, la masa fundida inyectada en el molde tiende a llenar primero el borde del molde debido a la menor resistencia en la sección más gruesa de la cavidad del molde, y, tras llenar gran parte de la zona del borde, la masa fundida se vuelve a dirigir a la zona central más fina de la cavidad del molde. El molde empleado en un proceso de moldeo por inyección tiene que estar relativamente frío debido a la necesidad de acortar el tiempo de ciclo, y cuando la masa fundida llega a la zona central se forma a menudo una línea de unión. Este fenómeno es especialmente serio cuando se moldea una lente de escaso espesor central, que tiene mayor valor debido a su mayor ligereza. Además, el moldeo por inyección suele introducir la tensión inducida por la orientación y la doble refracción. La falta de una fuerza de compactación suficiente empleada en la tecnología de moldeo por inyección en canal de colada frío a menudo desemboca en un desprendimiento prematuro de la lente motivado por un encogimiento desigual y causa marcas de líneas en la superficie de las lentes. Este tipo de problemas tiene que evitarse para que el artículo sea adecuado para usos ópticos.

Otros tipos de artículos ópticos que pueden fabricarse usando el método y el aparato de la invención incluyen los sustratos plásticos empleados para hacer discos compactos usados en CD-ROMS, reproductores de CD, etc. En general, el sustrato es un disco plano circular de hasta 1,8 mm de grosor y está hecho de un plástico como el policarbonato. Como se sabe perfectamente en la especialidad, el sustrato plástico del disco está bañado o recubierto con capas de grabación. Se ha descubierto que el moldeo convencional por inyección resulta muy difícil, y habitualmente se emplea el moldeo por inyección-compresión.

Para superar algunos de los problemas anteriores, se ha desarrollado la tecnología de moldeo por inyección-compresión, como se muestra en las patentes estadounidenses con los números 4.008.031, 4.091.057, 4.254.065, 4.364.878, 4.409.169, 4.442.061, 4.519.763, 4.540.534, 4.627.809, 4.707.321, 4.828.769, y la publicación europea de patente 0130769.

Generalmente, se inyecta un chorro de masa fundida en un molde separado usando una máquina de moldeo por inyección. A continuación, se cierra el molde para aplicar una fuerza compresora a la masa fundida y comprimir la cavidad del molde mediante fijación hidráulica o con un componente auxiliar como resortes. La temporización de los pasos de inyección y compresión, el tamaño del chorro de masa fundida y el control de temperatura del molde son todos factores operativos críticos. En muchos casos, tiene que emplearse tecnología de canal de colada caliente para lograr suficiente fuerza de compactación.

Aunque hay diferentes versiones de la tecnología de moldeo por inyección-compresión, son más o menos similares entre sí, y esta tecnología tiene ciertos inconvenientes. Para empezar, el proceso genera a menudo un producto que tiene algo de tensión y refracción doble, posiblemente debido a la gran diferencia de temperatura entre el molde y la masa fundida. Además, el tiempo de ciclo es a menudo muy largo, porque el llenado del molde es un proceso lento y,

en algunos métodos mejorados, el molde tiene que ser calentado y enfriado en cada ciclo. El empleo de la tecnología de canal de colada caliente aumenta el tiempo que está expuesto el material a temperaturas elevadas, y un material sensible puede verse afectado adversamente. El coste del molde es también sumamente elevado, y el sistema de control para coordinar los pasos de inyección y compresión es crítico y a menudo muy complicado y caro. Además, para hacer lentes de potencias diferentes, deben cambiarse las piezas insertas en el molde, lo que causa una demora de tiempo e ineficiencia en el proceso.

Se combinan muchos materiales poliméricos en un extrusor añadiendo al extrusor el polímero en forma de bolitas y aditivos. Algunos materiales ópticos especializados, como los polímeros y/o copolímeros de tiouretano y uretano, se hacen en extrusores de reacción añadiendo reactivos de polímero a un extrusor. Cuando se moldea un artículo, también pueden calentarse las bolitas en una máquina de moldeo y disolverse, convirtiéndose en una masa fundida, o ablandarse para facilitar el proceso de moldeo. Sin embargo, lo normal es que los materiales plásticos sean propensos a la descomposición a temperaturas elevadas y/o en un proceso prolongado de calentamiento. Hay también por lo general una relación directa entre las propiedades ópticas y mecánicas de las lentes de polímero y cuántas veces y durante cuánto tiempo el polímero se ha fundido, especialmente para los materiales sensibles al calor. Normalmente, los materiales transformados en artículos ópticos precisan tener un historial térmico tan corto como sea posible; si no, puede resultar una mayor tendencia al amarilleo, a la oxidación del polímero y propiedades mecánicas deterioradas. Además, desde un punto de vista de eficiencia energética, el recalentamiento de bolitas de plástico a una forma fundida no resulta atractivo ni económica ni ambientalmente. Una de las dificultades de emplear directamente la masa fundida procedente de un extrusor como fuente de alimentación para la máquina de moldeo es que la extrusión es típicamente un proceso continuo y los métodos de moldeo por inyección convencional, de moldeo por inyección-compresión y de moldeo por compresión son todos procesos de tandas o intermitentes. Acoplar un extrusor continuo con una máquina de moldeo intermitente o por tandas presenta una carga formidable.

En una solicitud de patente relacionada con esta, con número de serie estadounidense 09/014.811, titulada "Extrusion-Compression Molding of Optical Articles", presentada el 28 de enero de 1998 y otorgada al cesionario de la presente invención, se presenta un método de moldeo por extrusión-compresión que supera muchos de los problemas del estado previo de la especialidad.

La solicitud de patente GB-A-1516194 presenta un moldeo de lentes de contacto de acuerdo con la porción precaracterística de la reivindicación 1. La solicitud de patente US-A-4836960 presenta un disco giratorio empleado en el moldeo de lentes ópticas termoplásticas.

La presente invención plantea un método y un aparato, como se definen en las reivindicaciones 1 y 15, para formar un artículo óptico.

Teniendo presentes los problemas y deficiencias existentes en el estado previo de la especialidad, la presente invención puede proporcionar un método continuo de moldeo de polímeros, particularmente de materiales termoplásticos, para formar artículos ópticos, tales como lentes de prescripción y sustratos para discos compactos empleando un extrusor u otro aparato para formar una masa fundida de polímero y para moldear por compresión la masa fundida para formar artículos ópticos sin defectos comercialmente inaceptables, tales como una línea de unión y marcas de desprendimiento prematuro, y con tensión y refracción doble mínimas.

La presente invención puede proporcionar un método continuo que es eficiente energéticamente y tiene un tiempo de proceso térmico reducido, con el que se emplea una masa fundida extrudida procedente de una extrusión de reacción o de otro proceso de extrusión para moldear un artículo óptico sin los pasos adicionales de hacer bolitas y luego fundir las bolitas para moldear el artículo.

La invención puede proporcionar un método de moldeo de lentes termoplásticas en el que no hay tiempo muerto cuando se cambia de hacer una lente de una cierta potencia a otra potencia diferente. Puede proporcionar un método continuo para el empleo de materiales termoplásticos en bolitas para hacer artículos ópticos.

La presente invención puede proporcionar un método continuo en el que se emplean en secuencia cualquier extrusor o un extrusor de reacción y el moldeo por compresión de un juego de troqueles que comprenden como mínimo dos secciones de troquel para hacer artículos ópticos, tales como lentes.

La invención puede proporcionar un aparato para hacer de forma continua artículos ópticos, como lentes y sustratos para discos compactos mediante un proceso de moldeo.

Otros objetos y ventajas adicionales de la invención resultarán obvios en parte a partir de la especificación.

Los materiales moldeados pueden ser de material óptico termoplástico sensible al calor o de material óptico termoplástico convencional. Los materiales incluyen los copolímeros ópticos termoplásticos de tiouretano-uretano (tal como se describen en la patente estadounidense de número 5.679.756), el poliestireno, los polímeros acrílicos, el policarbonato y SAN, aunque no están limitados a esta lista. Como se percatarán las personas versadas en la especialidad, puede emplearse una pequeña cantidad de agente(s) reticulador(es) en la extrusión (masa fundida), y el artículo moldeado no será susceptible de volver a fundirse completamente. El término *termoplástico* aquí usado incluye polímeros tales que contienen pequeñas cantidades de agentes reticuladores.

Un extrusor empleado en un proceso preferido puede ser un extrusor de doble tornillo con engrane, un extrusor sin engrane o combinación de doble tornillo y monotornillo, o un extrusor monotornillo, o cualquier otro extrusor adecuado. La masa fundida formada por el extrusor u otro aparato de fundición es introducida a un troquel inferior de un juego de troqueles de moldeo, troquel inferior que es transportado en dirección rotatoria por el disco giratorio del método y aparato preferidos. El troquel superior del juego de troqueles se coloca a continuación encima del troquel inferior relleno en rotación, formando un juego de troqueles contenedores de polímero en el soporte de los troqueles que está colocado preferentemente en una abertura en el disco giratorio. A continuación, se aplica presión al juego de troqueles. El soporte de los troqueles es preferible que sea móvil a lo largo del eje longitudinal de la abertura para facilitar el descenso del soporte de los troqueles para introducir los moldes en el aparato y elevar el soporte de los troqueles para eyectar del aparato los juegos de troqueles que contienen el artículo óptico formado. Se aplica presión al juego de troqueles que contiene el polímero usando una presión predefinida, preferiblemente de entre $6,9 \times 10^4$ y $1,4 \times 10^7$ Pa (10-2.000 psi). El espesor del artículo óptico formado se determina habitualmente mediante un espacio de cavidad preestablecido entre la superficie superior del troquel inferior y la superficie inferior del troquel superior, o, simplemente, por un volumen preciso de la masa fundida depositada en el juego de troqueles. Las superficies de los troqueles pueden haber sido tratadas con anterioridad con agentes para facilitar el desprendimiento, como resulta perfectamente conocido dentro de la especialidad.

Los troqueles individuales inferior y superior del juego de troqueles es preferible que estén precalentados cuando se deposite sobre ellos la masa fundida, y más preferible que sea a una temperatura más elevada que la Tg (temperatura de transición vítrea, *glass transition temperature*) del polímero y más baja que la temperatura de descomposición del polímero. La temperatura de los troqueles y/o del juego de los mismos es preferible que esté en el intervalo que va de 20°C por encima de la Tg hasta 10°C por debajo de la temperatura de descomposición del polímero. La temperatura elevada del juego de troqueles en este método es un rasgo importante de la invención que ha de compararse y contrastarse con los procesos de moldeo por inyección y moldeo por inyección-compresión, en los que el molde está esencialmente frío (temperatura por debajo de la Tg), cuando se fuerza a la masa fundida a entrar en el molde. Se ha descubierto que la temperatura elevada del juego de troqueles permite que el polímero copie con mayor efectividad los rasgos superficiales del troquel y proporciona artículos ópticos comercialmente aceptables.

Una vez que se aplica presión al juego de troqueles hasta alcanzar una altura predefinida del espacio de cavidad para el juego de troqueles, se mantiene bajo presión la posición durante un tiempo efectivo para que se solidifique el polímero, por ejemplo de 5 a 15 segundos, mientras que el juego de troqueles da la vuelta en el disco giratorio. A continuación se libera la presión y el juego de troqueles se retira del disco giratorio en movimiento. El disco giratorio en movimiento sigue su recorrido, y, cuando el ahora vacío soporte del troquel alcanza el paso de alimentación del troquel inferior, se pone un nuevo troquel inferior sobre el soporte del molde en la abertura que hay en el disco giratorio y continúa el proceso descrito más arriba.

El juego de troqueles con la pieza moldeada en su interior recibe habitualmente un tratamiento posterior; por ejemplo, mantenerlo durante un tiempo efectivo a una temperatura de entre 20°C por debajo de la Tg hasta 80°C por encima de la Tg del material y por debajo de la temperatura de descomposición del artículo óptico. Lo preferible es que el juego de troqueles permanezca cerrado durante el tratamiento posterior. Pueden realizarse varios tratamientos posteriores, dependiendo de las propiedades del material. El juego de troqueles puede cerrarse, y mantenerse la temperatura del juego de troqueles mediante calentamiento para permitir el templado del artículo para minimizar la tensión y la refracción doble sin alterar la forma del artículo. En otra opción, la temperatura puede reducirse gradualmente hasta una temperatura que esté por debajo de la Tg; por ejemplo, a temperatura ambiente, y el juego de troqueles se abre para lograr el desprendimiento del artículo moldeado.

En un método muy preferido, el juego de troqueles se enfría hasta una temperatura inicial de entre 1 y 20°C, preferiblemente de 10 a 20°C, por encima de la Tg. Desde esta temperatura inicial hasta aproximadamente 15°C o más por debajo de la Tg, la temperatura se reduce a un ritmo de hasta 0,1 a 5°C/min, preferiblemente a 2°C/min.

El método resulta particularmente útil con un sistema de extrusión de reacción, en especial para un polímero sensible al calor que sea hecho por el sistema. Por ejemplo, los monómeros y/o prepolímeros se polimerizan en un extrusor de reacción, y la masa fundida de polímero es extrudida de forma continua. La masa fundida extrudida es moldeada directamente en vez de transformarse en bolitas, bolitas que deben ser suministradas a una máquina de moldeo, tal como una máquina de moldeo por inyección, y recalentadas para moldear el artículo. El proceso de moldeo continuo B-C de la invención es energéticamente eficiente y produce un artículo dotado de propiedades ópticas mejoradas.

El método puede usar un material polimérico en bolitas, tal como un poliestireno, el PMMA, policarbonato, SAN, etc. El polímero es fundido, y la masa fundida es extrudida para un proceso subsiguiente de moldeo por compresión conforme a la invención, tal como ha sido descrita más arriba en este documento. También pueden lograrse los mismos pasos descritos con anterioridad de eliminar cualquier tensión y refracción doble y de evitar la deformación en el proceso de moldeo con materiales en forma de bolitas en el proceso de moldeo.

Las personas versadas en la especialidad captarán que pueden emplearse otros medios de transporte en lugar de un disco giratorio (incluyendo discos giratorios horizontal, oblicua o verticalmente), tales como una correa transportadora, una lanzadera, etc., empleándose los mismos medios en cuanto a aparatos y los mismos pasos metodológicos que se han notado aquí con anterioridad para formar artículos ópticos. También se prevé aquí que el troquel inferior y el

troquel superior pueden formar ambos parte del aparato, de modo que el troquel inferior sea parte del medio de soporte y que el troquel superior sea el cabezal compresor del medio que ejerce la presión. En esta configuración, no se emplearán un alimentador de troqueles inferiores, ni un alimentador de troqueles superiores, y, tras la eyección, solo se despedirá del aparato la lente formada. En consonancia con esto, cualquier proceso de tratamiento posterior tendrá lugar preferentemente en el aparato mientras el aparato se esté moviendo de inicio a fin (desde la entrada del polímero a la eyección de la lente).

Las ventajas económicas del actual proceso de moldeo continuo E-C para lentes se amplían debido a que la forma del artículo hecho en este proceso es relativamente simple y a que tiene simetría geométrica. Pueden emplearse troqueles económicos, como los troqueles de vidrio, y es preferible que comprendan el troquel inferior y el troquel superior que forman el juego de troqueles. Esto es importante porque en el proceso se usan en secuencia varios juegos de troqueles en vez de un único molde, como en un típico proceso intermitente como el que se da en un proceso de moldeo por inyección o de moldeo por inyección-compresión. Los troqueles de vidrio son adecuados para su empleo en el proceso objeto de estudio, puesto que el proceso emplea temperaturas relativamente elevadas y una presión de moldeo relativamente baja. La capacidad de emplear troqueles de vidrio es un rasgo importante de la invención, puesto que la superficie de vidrio del troquel resulta más fácil de acabar con la lisura apropiada para aplicaciones ópticas que una superficie metálica de troquel. Los troqueles también pueden hacerse de metal. Por ejemplo, pueden hacerse de forma económica troqueles de metal mediante un proceso de electroformación, y, aunque son más caros que los troqueles de vidrio, tienen una vida operativa mucho más larga.

Puede emplearse en el proceso cualquier prensa adecuada, y la tasa de producción del proceso es elevada debido a la operatoria de múltiples juegos en secuencia.

Breve descripción de los dibujos

Las características de la invención que se cree que son novedosas y los elementos característicos de la invención son expuestos de forma particular en las reivindicaciones adjuntas. Las figuras son para fines ilustrativos únicamente, y no están dibujadas a escala. La propia invención, sin embargo, tanto en lo referente a la organización como al método de operación, puede entenderse óptimamente haciendo referencia a la descripción detallada de los ejemplos de realización preferidos que sigue a continuación, en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 es una vista esquemática en planta de un aparato que plasma la invención empleado para hacer lentes ópticas, teniendo el aparato 12 zonas que incluyen 12 aberturas para soportes de troqueles para que puedan formarse 12 lentes ópticas durante una vuelta del disco giratorio cuando está funcionando a un ritmo constante de rotación.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de un método que plasma la invención empleado para hacer lentes ópticas usando el aparato de la Fig. 1.

La Fig. 3A es un alzado lateral esquemático de la Zona 1 de la Fig. 1 en la que se coloca un troquel inferior en el aparato de disco giratorio.

La Fig. 3B es un alzado lateral esquemático de la Zona 2 de la Fig. 1 en la que se pone una masa fundida de polímero sobre la superficie del troquel inferior, así como un separador de troqueles usado para fijar el troquel.

La Fig. 3C es un alzado lateral esquemático de la Zona 3 de la Fig. 1 en la que se coloca un troquel superior encima de la masa fundida, formando un juego de troqueles.

La Fig. 3D es un alzado lateral esquemático de la Zona 4 y de la 5 a la 10 de la Fig. 1, en la que el juego de troqueles es comprimido durante la rotación del disco giratorio pasando por las Zonas 4-10.

La Fig. 3E es un alzado lateral esquemático de la Zona 11 de la Fig. 1, en la que se produce la desactivación del prensado y del separador.

La Fig. 3F es un alzado lateral esquemático de la Zona 12 de la Fig. 1, en la que se desprende el juego de troqueles.

La Fig. 4 es una vista en perspectiva de un aparato de rotación horizontal que plasma la invención.

La Fig. 5 es una vista en perspectiva de un aparato de rotación vertical fuera del ámbito de la invención, pero incluido para ilustrar los juegos desprendidos de troqueles y una cinta transportadora.

Al describir el ejemplo de realización preferido de la presente invención, se hará referencia en este documento a las Figuras 1-4 de los dibujos, en los que numerales semejantes se refieren a características similares. Las características no se muestran necesariamente a escala en los dibujos.

Los extrusores empleados en este ejemplo de realización pueden ser de cualquier tipo, como un extrusor de doble tornillo con engrane, un extrusor sin engrane o combinación de doble tornillo y monotornillo, o un extrusor monotornillo. Puede definirse extrusor como un aparato en el que se calienta un polímero y se convierte en una sustancia plástica y en el que una parte de la masa fundida se emplea para rellenar un molde, típicamente haciendo pasar la masa

fundida por una abertura del aparato. La proporción longitud/diámetro (L/D) del extrusor puede ser de hasta 140 o más, dependiendo del material que haya de procesarse. En un sistema de extrusión de reacción, se prefiere un extrusor de doble tornillo, y la proporción L/D de 32 a 40 es la preferida, o lo es la de 36 a 100, dependiendo de los diferentes sistemas de reacción. Para plastificar materiales poliméricos, pueden emplearse tanto un extrusor de doble tornillo como uno monotornillo, y se prefiere una proporción L/D de 16 a 80, y se prefiere más una de 20 a 56. También puede emplearse un calentador para formar una masa fundida que se pone en el molde por medios convencionales, de la misma manera que si procediese de un extrusor.

Es preferible que el extrusor tenga de una a cinco entradas de alimentación y de una a cinco entradas de ventilación. La temperatura y la velocidad del tornillo del extrusor se ponen en el intervalo normal de funcionamiento para el proceso de extrusión del material para producir una masa fundida con una viscosidad generalmente en el intervalo de 1.000 a 300.000 cps o más, dependiendo del material. Habitualmente se instala un cambio de filtro en el extrusor para filtrar la masa fundida. La masa fundida es extrudida para minimizar las burbujas de aire, los vacíos o las inclusiones visibles en la masa fundida extrudida.

En la Fig. 1 se muestra un proceso continuo de moldeo por extrusión-compresión con la designación genérica de 10. El proceso usa un disco giratorio en rotación 11 que se muestra dividido en varias zonas. En este disco giratorio y proceso particulares hay 12 zonas. Cada zona es un segmento del disco giratorio en rotación, configurados todas por igual, y se muestra cada zona dotada de una configuración similar de aparato. Así, en la zona 1 se muestra una abertura 12a que acogerá un troquel inferior, una masa fundida de polímero puesta sobre el troquel inferior y un troquel superior puesto encima de la masa fundida. Como se describirá más abajo, en la abertura 12a se coloca un elemento de soporte del pistón y del troquel (no mostrado). Se muestra un aparato de prensado que comprende un cabezal compresor 13a conectado a un elemento vertical 16a mediante un elemento transversal 15a. Un sistema de control 29 tiene líneas de entrada 29b procedentes de zonas diversas del aparato y envía señales de salida mediante líneas de salida 29a a zonas del aparato. Cada zona realiza una función diferente, pero se notará que en un funcionamiento continuo de estado estacionario, se están procesando y formando continuamente artículos ópticos en cada zona, dependiendo de la zona.

La operatoria del aparato puede describirse haciendo referencia a la Fig. 1. En el punto de la operatoria del proceso mostrado en la Fig. 1, en la zona 1, un alimentador de troqueles inferiores pone un troquel inferior en la abertura 12a sobre el soporte de troqueles (no mostrado). El cabezal compresor 13a está en una posición superior retraída con respecto a la abertura 12a permitiendo la colocación del troquel en la abertura. Según va rotando el disco giratorio 11 en sentido contrario al de las agujas del reloj en la dirección de la flecha, la abertura 12a se desplaza a la zona 2, donde se pone un polímero sobre el troquel inferior y se activa un separador de troqueles para mantener el troquel inferior en posición en la abertura 12a y para proporcionar un espacio entre el troquel inferior y el troquel superior, espacio que define el espesor del artículo óptico que ha de formarse. La abertura 12l, que está ahora vacía y lista para acoger un troquel inferior, giraría entonces a la zona 1, y se pondría un troquel inferior en la abertura 13l. La abertura 12a gira entonces a la zona 3, donde un alimentador de troqueles superiores pone un troquel superior encima de la masa fundida de polímero. Según sigue dando la vuelta el disco giratorio 11, la abertura 12a, que contiene ahora un troquel inferior, habiendo una masa fundida de polímero encima del troquel inferior, y teniendo un troquel superior sobre la masa fundida (formando un juego de troqueles que contiene una masa fundida), se desplaza (gira) a la zona 4, donde se acciona la prensa y el cabezal compresor 13a ejerce presión sobre el juego de troqueles en la abertura 12a. La presión de la prensa se mantiene a lo largo de las zonas 5-10 según va dando la vuelta el disco giratorio 11. En la zona 11, se desactiva la prensa y el cabezal compresor 13a se mueve hacia arriba, liberando el juego de troqueles. También se desactiva el separador de troqueles para liberar el juego de troqueles. Cuando la abertura 12a gira hasta la zona 12, el juego de troqueles se desprende y es retirado (eyectado) del disco giratorio 11. El aparato es mantenido a temperatura elevada mediante dispositivos térmicos convencionales, tales como cartuchos calefactores eléctricos, y el juego de troqueles durante el ciclo de rotación se encuentra a una temperatura elevada y será transferido a una zona de tratamiento posterior para el enfriamiento del juego de troqueles, retirada del troquel inferior y del troquel superior del juego de troqueles y extracción del juego de troqueles del artículo óptico formado. El troquel inferior y el troquel superior son entonces vueltos a meter en el ciclo en el alimentador de troqueles inferiores que se colocan en la zona 1, y en el alimentador de troqueles superiores que se colocan en la zona 3, respectivamente.

Se observará que, en un funcionamiento continuo de estado estacionario, cuando está dando la vuelta el disco giratorio 11, cada una de las aberturas 12a-12l pasará en su giro por cada una de las zonas y será objeto de las correspondientes operaciones realizadas en la zona concreta, como se ha indicado antes para una de las aberturas, la 12a. Así, en el estado estacionario mostrado en la Fig. 1, la abertura 12a de la zona 1 estará vacía y se pondrá en la abertura un troquel inferior. En la zona 2, la abertura 12b tendrá un troquel inferior en la abertura que recibirá un polímero y el separador de troqueles activado para proporcionar una separación entre el troquel inferior que hay en la abertura y el troquel superior que se pondrá más tarde dentro de la abertura. En la zona 3, un troquel inferior que se mantiene en su sitio por el separador de troqueles recibirá una masa fundida de polímero encima del troquel inferior y se pondrá un troquel superior encima de la masa fundida de polímero. En la zona 4, se formará (comprimirá) un juego de troqueles cuando se accione la prensa. En las zonas 5-10 seguirá aplicándose presión en el juego de troqueles comprimidos, proporcionando el necesario tiempo de reposo (curado) para que se forme el artículo óptico. En la zona 11, se desactiva la prensa y se desactiva el separador para liberar el juego de troqueles. En la zona 12 se libera el juego de troqueles y se lo expulsa del aparato de disco giratorio.

Como se discutirá más plenamente en este documento con posterioridad, se observará que los troqueles inferiores, la masa fundida de polímero y los troqueles superiores es preferible que estén todos a una temperatura elevada para

facilitar el proceso de moldeo. El sistema continuo de extrusión-compresión es mantenido a temperatura elevada durante el proceso para que cuando el juego de troqueles acabe siendo liberado en la zona 12, el juego de troqueles siga preferentemente aún a una temperatura elevada por encima de la temperatura de transición vítrea (Tg). El juego de troqueles liberado a temperatura elevada es transferido a continuación a una zona de tratamiento posterior para completar la formación del artículo óptico y para el reciclaje del troquel inferior y del troquel superior al alimentador de troqueles inferiores y al alimentador de troqueles superiores, respectivamente.

Refiriéndonos ahora a la Fig. 2, se muestra un diagrama de flujo de un proceso típico de moldeo continuo por extrusión-compresión. Como apreciarán las personas versadas en la especialidad, el diagrama de flujo es aplicable a un sistema rotatorio como el mostrado en la Fig. 1 o a un sistema lineal de tipo de cinta transportadora. En el paso 100, se hace que el aparato empiece a girar. En la zona 1, se coloca el soporte de troqueles y se suministra un troquel inferior al soporte de troqueles en el paso 102. Según gira el aparato a la zona 2, se activa el separador de troqueles y se echa un polímero al troquel inferior en el paso 104. En el paso 106, se desplaza a la zona 3 el troquel inferior con una masa fundida de polímero sobre la superficie del troquel, y se pone un troquel superior encima del polímero fundido. Este juego de troqueles que contiene la masa fundida se desplaza a continuación a la zona 4 en el paso 108 y se acciona la prensa para comprimir el juego de troqueles. El juego de troqueles comprimido se desplaza entonces desde la zona 4, pasando por las zonas 5-10 en el paso 110, donde se mantiene la presión sobre el juego de troqueles. Cuando el juego de troqueles que contiene la masa fundida comprimida alcanza la zona 11 en el paso 112, se deja de accionar la prensa y también se desactiva el separador de troqueles, liberando el juego de troqueles comprimido. El juego de troqueles liberado se mueve a la zona 12, donde es sacado del aparato el juego de troqueles. El juego de troqueles retirado se transfiere al paso 116 de tratamiento posterior del juego de troqueles. Después del tratamiento posterior del paso 116, se separan los troqueles inferior y superior, en el paso 118, de la lente formada. Los troqueles superiores se desplazan del paso 118 al paso 120 de almacenamiento de los troqueles superiores, del que serán transferidos a la zona 3 en el paso 106. Los troqueles inferiores se desplazan en el paso 118 al paso 122 de almacenamiento de los troqueles inferiores, y serán movidos desde ese almacenamiento a la zona 1 del paso 102 cuando se necesiten. Tras la separación del juego de troqueles en la zona 12 y el paso 114, el sistema hace una comprobación para determinar en el paso 124 si el proceso ha de continuar. Si el proceso ha de continuar, el aparato sigue girando y se coloca un nuevo troquel inferior en la zona 1 en el paso 102. Si se desea acabar el proceso, el proceso se termina mediante el paso 126. Se observará que el diagrama de flujo mostrado en la Fig. 2 es para que se forme una lente particular según se desplaza por las zonas 1-12. Así, en un funcionamiento continuo de estado estacionario, cuando un juego concreto de troqueles está siendo retirado de la zona 12, la zona 1 está vacía y lista para la recepción de un troquel inferior. En esta posición del disco giratorio hay también un troquel inferior que se está rellenando con una masa fundida de polímero en la zona 2 en el paso 104. Así, cada una de las zonas estará realizando la operación deseada, poniéndose continuamente un troquel inferior, según lo requiere el aparato, y retirándose un troquel inferior del aparato en la zona 12.

Refiriéndonos ahora a las Figuras 3A-3F, pueden demostrarse las diversas operatorias realizadas durante el proceso.

En la Fig. 3A, que muestra el aparato rotatorio en la zona 1, se presenta un pistón de troquel 18, dotado de una plataforma de pistón (soporte de troquel) 19, en la posición en la que recibe un troquel inferior 20 procedente del alimentador de troqueles inferiores 26. El troquel inferior 20 es acogido en la abertura 12 del aparato rotatorio y descansa sobre la superficie superior del soporte de troquel 19. El tamaño de la abertura 12 es ligeramente mayor (por ejemplo, 3,2 mm a 6,4 mm [1/8" a 1/4"] o más) que el tamaño del troquel inferior 20, para dar lugar al troquel y al movimiento del troquel, con el objeto de permitir que el troquel se introduzca en la abertura y descienda por ella, y que descansa en la superficie de la plataforma 19 en su posición boca arriba para recibir una masa fundida de polímero. Se muestra un cabezal compresor 13 colocado sobre la abertura 12, y va unido a un pistón compresor 14 que va unido a un brazo 15 conectado a un elemento compresor vertical de soporte estructural 16. El cabezal compresor 13 se muestra colocado por encima de la superficie superior del disco giratorio 11, de modo que el alimentador de troqueles inferiores 26 pueda introducir el troquel 20 por la abertura 12.

En la zona 2, mostrada en la Fig. 3B, se muestra una masa fundida de polímero 21 sobre la superficie superior del troquel inferior 20. Se activa un separador de troqueles 17 y se extiende dentro de la abertura 12 para que sujete con firmeza en su sitio el troquel inferior 20 sobre la plataforma de pistón 19 y para proporcionar un espacio o cavidad 17a, que es el espesor deseado de la lente. Se muestra el alimentador de polímero 22 proyectándose por encima de la abertura 12 y que distribuye la masa fundida de polímero 21 al disco giratorio 11 cuando la abertura 12 está en la zona 2. Se muestra el cabezal compresor 13 aún en la posición no activada por encima de la superficie superior del disco giratorio 11, lo que facilita la adición de la masa fundida de polímero 21 al troquel 20.

Se prevé que la masa fundida de polímero fluya preferentemente de forma continua del alimentador de polímero 22 a modo de hilo 33. El polímero sobrante distribuido entre troqueles adyacentes será interrumpido por el borde del troquel superior y expulsado y eliminado, por ejemplo, por medio de una barra accionada mediante un cilindro de aire colocado debajo de la pieza del material polimérico sobrante.

En la Fig. 3C, el disco giratorio está en la zona 3, y el alimentador de troqueles superiores 27 ha puesto un troquel superior 23 encima de la masa fundida de polímero 21 y del troquel inferior 20, formando un juego de troqueles 25 que contiene una masa fundida.

En la zona 4, como se muestra en la Fig. 3D, es activado el cabezal compresor 13, y el pistón compresor 14 desciende para obligar al cabezal compresor a apretar contra la superficie superior del troquel superior 23 y del juego

de troqueles 25. Esto comprime la masa fundida de polímero 21, mostrada ahora como un artículo óptico 24. La presión en el juego de troqueles 25 se mantiene a lo largo de las zonas 5-10, mostradas también en la Fig. 3D. Obsérvese que el separador de troqueles 17 inhibe el movimiento descendente del troquel superior 23, de modo que se forme el espacio (altura) adecuado 17a. El espacio 17a determina el tamaño de la lente y puede controlarse, dependiendo de la lente deseada.

Quando el disco giratorio 11 alcanza la zona 11, como se muestra en la Fig. 3E, el separador de troqueles 17 se retrae al interior del cuerpo del disco giratorio, y el cabezal compresor 13 se desactiva (se retira hacia arriba). Esto libera el juego de troqueles 25 para la extracción del juego de troqueles del aparato del disco giratorio, tal como se muestra en la Fig. 3F. Así, en la Fig. 3F, el pistón de troquel 18 es accionado hacia arriba, desplazando la plataforma del pistón de troquel 19 hacia la superficie superior del disco giratorio 11, donde puede retirarse (eyectarse) el juego de troqueles 25 que contiene el artículo óptico, tal como se muestra mediante la flecha que apunta apartándose del disco giratorio. Tras la extracción del juego de troqueles 25, la abertura 12 queda ahora vacía de un troquel, y la abertura 12 se desplazaría entonces (girando) a la zona 1, donde el pistón de troquel 18 desciende para la recepción de otro troquel inferior 20, tal como se muestra en la Fig. 3A. El proceso anterior continúa según va dando la vuelta el disco giratorio 11 a través de las diversas zonas, realizándose una operatoria diferente en cada zona durante el funcionamiento continuo de estado estacionario, como se ha indicado con anterioridad en el presente documento.

La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva de un aparato de disco giratorio similar al mostrado en la Fig. 1. Sin embargo, el aparato de la Fig. 4 tiene más de 12 zonas, y se muestra con 24 zonas. Según gira el aparato 11, un alimentador de troqueles inferiores 26 pone troqueles inferiores en una abertura 12 convenientemente colocada. Se muestra el extrusor 22 formando una masa fundida de polímero y echando la masa fundida por una abertura 12 que contendría un troquel inferior. Se muestra un alimentador de troqueles superiores 27 poniendo un troquel superior en una abertura 12, con lo que tendría en su interior un troquel inferior, y una cantidad de polímero puesto encima del troquel. Dependiendo de la posición del disco giratorio, el cabezal compresor 13, que va conectado al pistón compresor 14 y a los elementos estructurales 13 y 16, estará o bien en una posición elevada desactivada o en una posición baja activada comprimiendo los troqueles. Se muestra un juego de troqueles 25, que contiene un artículo óptico formado, listo para su eyección del sistema. Normalmente, la zona de eyección estaría más cercana a la zona de alimentación en el alimentador de troqueles inferiores 26, pero se muestra así aquí en aras de la claridad.

La Fig. 5 muestra un disco giratorio de rotación vertical 11 que está fuera del ámbito de la invención, en el que un extrusor 22 proporciona una alimentación de polímero fundido 21. Se muestran troqueles inferiores 20 y troqueles superiores 23 siendo colocados procedentes del suministro de troqueles inferiores 34 y del suministro de troqueles superiores 35 en el sistema vertical rotatorio por los pistones 26 y 27, respectivamente. Refiriéndonos a las Figuras 1 y 4, cada abertura 12 tendría asociados consigo sus propios pistones 26 y 27, pistones que se usarían también para comprimir el juego de troqueles que contienen la masa fundida. Cuando el juego de troqueles es eyectado sobre la cinta transportadora 32, se retraería el pistón 27, y el pistón 26 sería activado para empujar el juego de troqueles hacia la cinta transportadora. En aras de la claridad, no se muestran otros pistones 26 y 27. Los juegos de troqueles eyectados 35 se mueven sobre una cinta transportadora 32 para recibir un tratamiento posterior.

Independientemente de la configuración de moldeo empleada, el juego de troqueles 25 que contiene el polímero se mantiene preferentemente a una temperatura unos 20°C por debajo de la Tg hasta 80°C por encima de la Tg del material durante el tratamiento posterior. Preferentemente, el juego de troqueles se mantiene cerrado durante el tratamiento posterior. Pueden emplearse varios tratamientos posteriores, dependiendo de las propiedades del polímero y/o de los requerimientos del artículo. Por ejemplo, el juego de troqueles 25 que contiene el polímero puede mantenerse cerrado, y mantenerse la temperatura de los troqueles mediante el calentamiento de los troqueles para dar lugar al templado del artículo formado en su interior para completar la polimerización o para eliminar toda tensión y refracción doble sin alterar la forma del artículo. También puede permitirse que el juego de troqueles que contiene el polímero se enfríe gradualmente y abrirse a continuación para que se desprenda el artículo formado. El artículo óptico (lente) se retira del juego de troqueles, y el troquel inferior y el troquel superior se transfieren a sus respectivos alimentadores de troqueles.

En una característica importante, se controla el alimentador (extrusor) de polímero para que suministre un hilo de masa fundida continuamente a varios troqueles inferiores que van pasando por el proceso de forma secuencial sin interrupción. La masa fundida extrudida es cortada o interrumpida por el borde del troquel superior y el separador de troqueles. Preferentemente, la masa fundida se recoge sobre la superficie del troquel inferior, para que el área de contacto de la masa fundida y del troquel sea lo más pequeña posible al comienzo de la alimentación, y el área de la masa fundida vaya aumentando gradualmente sobre la zona del troquel sin que se formen vacíos o burbujas apreciables que queden atrapadas en el área de contacto. Para lograr tal patrón de flujo, es preferible que el contorno de la boquilla de extrusión y que la forma de la abertura del troquel del extrusor formen un hilo de masa fundida de caída vertical dotado de una sección transversal circular con un lado inferior acabado en una punta redondeada formado por la gravedad incidente en el hilo de masa fundida. La temperatura y la sección transversal del hilo de masa fundida son controladas minuciosamente para lograr esa forma del hilo de masa fundida. El extremo de la parte inferior de la masa fundida será lo primero que entre en contacto con la superficie del troquel inferior. Cuando el hilo de masa fundida se vaya asentando y cubriendo la superficie del troquel inferior, el área de contacto entre el hilo de masa fundida y la superficie del troquel aumenta al extenderse hacia afuera por la superficie del troquel, y no se forman vacíos ni burbujas de aire que queden atrapadas en el interior del área de contacto. La distancia que el material extrudido (hilo de masa fundida) se desplaza antes de entrar en contacto con la superficie del troquel es generalmente de 5 a 15 cm, preferentemente de 8 a 13 cm (de 2 a 6 pulgadas, preferentemente de 3 a 5 pulgadas). Se añade (coloca) el troquel

superior encima del chorro de masa fundida, y, cuando se aplica la fuerza compresora en el troquel superior, el área de contacto entre la masa fundida y la superficie del troquel aumenta continuamente, extendiéndose hacia afuera hacia los bordes del troquel inferior y del troquel superior. Usando esta técnica, se evitan las burbujas y los espacios vacíos. Aumentar la carrera de la compresión resulta útil para mejorar la calidad del artículo moldeado, y es un rasgo preferido que la sección transversal del hilo de masa fundida sea circular, y que el diámetro del círculo sea tan grande como resulte posible, con la condición de que la cantidad de masa fundida añadida al troquel sea solo ligeramente mayor que la cantidad necesaria para hacer el artículo. La cantidad sobrante de la masa fundida está aproximadamente entre el 1 y el 10% en peso del artículo, pero puede ser mayor, dependiendo del polímero empleado, etc. Otra opción es depositar una cantidad exacta de la masa fundida, y que cada unidad carezca de puerta de escape para la masa fundida. Cuando se aplique presión en el juego de troqueles que contiene la masa fundida, únicamente se expulsa el aire, y todo el material se mantiene dentro del juego de troqueles.

Si es necesario, en el proceso puede emplearse una cubierta atmosférica de nitrógeno u otro gas inerte para proteger al polímero del oxígeno y de la humedad.

El sistema de control 29 obtiene datos de entrada/salida para cada zona (zonas 1-12) y utiliza los datos para controlar el proceso. Por ejemplo, los datos de la zona 1 son normalmente que el troquel inferior 12 está debidamente colocado sobre el soporte para troqueles 19, y la temperatura del soporte 19 y del troquel inferior 20.

A continuación se ilustrarán diversos ejemplos de realización de la presente invención haciendo referencia a los siguientes ejemplos específicos. Debe entenderse, sin embargo, que tales ejemplos se presentan únicamente con fines de ilustración, y que la presente invención no se considera limitada con ello en modo alguno.

Ejemplo

Ejemplo de moldeo de una lente de policarbonato empleando el método de moldeo continuo por extrusión-compresión

Se hizo un artículo en forma de lente empleando un aparato a base de un disco giratorio de rotación horizontal similar al mostrado en la Fig. 1. El extrusor es un extrusor monotornillo fabricado por Merritt David Corp., con L/D = 24, y diámetro de tornillo de 1,5", tres zonas térmicas en barril y una zona térmica en abrazadera y dos secciones de zonas térmicas de troqueles de descarga. Los ajustes de temperatura para las zonas son las siguientes:

Zona	1 (barril)	2 (barril)	3 (barril)	4 (abrazadera)	5 (troquel)	6 (troquel)
T (°C)	265	292	282	280	275	275

El material de policarbonato (PC) usado en el proceso fue el Macronlon 2658 vendido por Bayer. La abertura para el troquel de descarga del extrusor tiene una forma circular de 2,2 cm (7/8") de diámetro. El hilo de masa fundida de PC extrudido del extrusor tiene una superficie lisa. El hilo de masa fundida fue depositado de forma continua sobre los troqueles inferiores, y se pusieron troqueles superiores encima de la masa fundida. Los troqueles inferiores y superiores se calentaron todos a 230°C antes del contacto con la masa fundida. Los juegos de troqueles fueron sometidos a presión con un cabezal compresor accionado por un cilindro de aire con una presión de $3,1 \times 10^5$ Pa (45 psi) durante 1,5 minutos. A continuación, los juegos de troqueles con lentes fueron eyectados y se mantuvieron en un horno calentado a 145°C durante 20 minutos antes de ponerse a temperatura ambiente. Las lentes desprendidas de policarbonato tienen una calidad óptica excelente y tienen poca refracción doble cuando se comprueban bajo un par de películas de polarizador.

Aunque la presente invención se ha descrito de forma particular, en conjunto con un ejemplo de realización preferido específico, es evidente que a las personas versadas en la especialidad les resultarán obvias muchas alternativas, modificaciones y variaciones, en vista de la descripción precedente. Por lo tanto, se contempla que las reivindicaciones adjuntas abarquen cualquier alternativa, modificaciones y variaciones semejantes al caer dentro del ámbito de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de formar un artículo óptico que comprende:

- 5 mover un disco giratorio o una cinta transportadora dotados de una pluralidad de soportes separados para troqueles (19) para un troquel inferior (20) y un troquel superior (23) que constituyen un juego de troqueles para la formación de un artículo óptico;
- 10 suministrar un troquel inferior (20), procedente de un dispositivo de almacenamiento de troqueles inferiores, a uno de los soportes para troqueles (19);
- suministrar una porción predefinida (21) de material polimérico óptico no presurizado a una superficie del troquel inferior;
- 15 suministrar un troquel superior (23), procedente de un dispositivo de almacenamiento de troqueles superiores, y colocar el troquel superior contra el material polimérico óptico no presurizado formando un juego de troqueles que comprende, en secuencia, el troquel inferior, material polimérico y el troquel superior;
- 20 comprimir el juego de troqueles (25) usando una prensa asociada con el soporte del troquel para formar un artículo óptico;
- liberar la prensa cuando esté formado el artículo óptico;
- 25 retirar el juego de troqueles (25) del disco giratorio o de la cinta transportadora;
- retirar el artículo óptico del juego de troqueles;
- reciclar el troquel inferior y el troquel superior del juego de troqueles a sus respectivos dispositivos de almacenamiento; y
- 30 repetir los pasos anteriores hasta que se haga el número deseado de artículos ópticos;
- caracterizado** porque el material polimérico óptico es suministrado como un hilo de masa fundida que cae verticalmente y que se extiende por la superficie del troquel inferior (20), aumentando su área de contacto con el troquel inferior por gravedad.
- 35
2. Un método, en conformidad con la Reivindicación 1, en el que el hilo de masa fundida tiene una sección transversal circular, con un lado inferior acabado en una punta redondeada.
- 40
3. Un método, en conformidad con la Reivindicación 1 o con la 2, en el que el hilo de masa fundida es suministrado de forma continua a troqueles inferiores (20) sucesivos en el disco giratorio o en la cinta transportadora.
4. Un método, en conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el hilo de masa fundida se desplaza entre 5 cm y 15 cm (de 2 a 6 pulgadas) entre el alimentador de polímero y el troquel inferior (20).
- 45
5. Un método, en conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el artículo óptico es una lente óptica.
- 50
6. Un método, en conformidad con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 4, en el que el artículo óptico es un sustrato para un disco compacto.
7. Un método, en conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los soportes de los troqueles (19) estén dispuestos en aberturas (12) en un disco giratorio (11) y en el que los pasos del método sean repetidos por el disco giratorio en rotación.
- 55
8. Un método, en conformidad con la Reivindicación 7, en el que los troqueles y el disco giratorio están calefactados.
- 60
9. Un método, en conformidad con la Reivindicación 7 o con la 8, en el que la masa fundida sea formada en un extrusor.
10. Un método, en conformidad con la Reivindicación 7, la 8 o la 9, en el que los troqueles sean calentados hasta una temperatura por encima de la Tg del polímero y por debajo de la temperatura de descomposición del polímero.
- 65
11. Un método, en conformidad con la Reivindicación 10, en el que la temperatura de los troqueles esté en el intervalo que va de 20°C por encima de la Tg hasta 10°C por debajo de la temperatura de descomposición del polímero.

ES 2 299 264 T3

12. Un método, en conformidad con la Reivindicación 11, en el que el juego de troqueles, tras su extracción del disco giratorio, reciba un tratamiento posterior consistente en enfriar el juego de troqueles desde una temperatura inicial de unos 20°C por encima de la Tg hasta 15°C por debajo de la Tg a un ritmo de 0,1 a 5°C/minuto.

5 13. Un método, en conformidad con la Reivindicación 12, en el que la temperatura inicial es aproximadamente de 10°C por encima de la Tg.

14. Un método, en conformidad con la Reivindicación 12, en el que el ritmo de enfriamiento es de aproximadamente 2°C/minuto.

10 15. Un aparato para hacer artículos ópticos que comprende:

una cinta transportadora o un disco giratorio para soportar una pluralidad de troqueles inferiores (20) y de troqueles superiores (23), formando los troqueles inferior y superior un juego de troqueles (25);

15 medios térmicos para calentar los troqueles y/o la cinta transportadora o el disco giratorio;

una pluralidad de medios de soporte (19) asociados con la cinta transportadora o el disco giratorio para soportar cada uno de los juegos de troqueles;

20 una pluralidad de medios de compresión (13-16) asociados con cada uno de los medios de soporte (19) para comprimir un juego de troqueles que contenga masa fundida para formar un artículo óptico;

25 medios de eyección para retirar de la cinta transportadora o del disco giratorio el juego de troqueles que contiene el artículo óptico;

medios para suministrar una porción predefinida de material polimérico óptico no presurizado a una superficie del troquel inferior (20);

30 medios de suministro de troqueles inferiores para suministrar un troquel inferior (20) a un medio de soporte (19) para recibir la porción del material polimérico óptico;

35 medios de suministro de troqueles superiores (23) para suministrar un troquel superior (23) al troquel inferior, que contiene material polimérico óptico no presurizado, formando un juego de troqueles (25), que contiene una masa fundida y que comprende, en secuencia, un troquel inferior, masa polimérica fundida y un troquel superior;

40 siendo tal la distribución que, según se comprime el juego de troqueles que contiene la masa fundida usando los medios de compresión para formar el artículo óptico, el juego de troqueles se mueve sobre la cinta transportadora o el disco giratorio durante un tiempo deseado, se desactiva el medio de compresión y el juego de troqueles es eyectado a continuación de la cinta transportadora o del disco giratorio usando los medios de eyección;

45 **caracterizado** porque el medio de suministro del material polimérico óptico está formado de tal manera y colocado por encima del disco giratorio o de la cinta transportadora para suministrar el material como un hilo de masa fundida que cae verticalmente y que se extiende por la superficie del troquel inferior (20), aumentando su área de contacto con el troquel inferior por gravedad.

50 16. Un aparato, en conformidad con la Reivindicación 15, que comprende un disco giratorio susceptible de rotación (11) dotado de medios de soporte (19) para soportar una pluralidad de troqueles inferiores (20) y de troqueles superiores (23).

17. Un aparato, en conformidad con la Reivindicación 16, en el que el disco giratorio tiene aberturas (12) para recibir los medios de soporte (19).

55 18. Un aparato, en conformidad con la Reivindicación 16 o con la 17, dispuesto para su uso con la horizontal del disco de giro.

19. Un aparato, en conformidad con la Reivindicación 17 o con la 18, en el que los medios de soporte (19) son susceptibles de movimiento dentro de las aberturas (12) en el disco giratorio.

60 20. Un aparato, en conformidad con cualquiera de la reivindicaciones de la 15 a la 19, en el que el medio de suministro comprende un extrusor.

65 21. Un aparato, en conformidad con cualquiera de la reivindicaciones de la 15 a la 20, en el que los troqueles son de vidrio.

22. Un aparato, en conformidad con cualquiera de la reivindicaciones de la 15 a la 20, en el que los troqueles son de metal.

ES 2 299 264 T3

23. Un aparato, en conformidad con cualquiera de la reivindicaciones de la 15 a la 22, que comprenda además medios para un tratamiento posterior para enfriar el juego de troqueles (25) y formar el artículo óptico.

5 24. Un aparato, en conformidad con la Reivindicación 23, en el que el medio para el tratamiento posterior esté dispuesto para enfriar el juego de troqueles (25) desde una temperatura inicial de unos 20°C por encima de la Tg hasta aproximadamente 15°C por debajo de la Tg a un ritmo de 0,1 a 5°C/minuto.

10 25. Un aparato, en conformidad con la Reivindicación 23, en el que el ritmo de enfriamiento del medio de tratamiento posterior es superior a 2°C/minuto.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

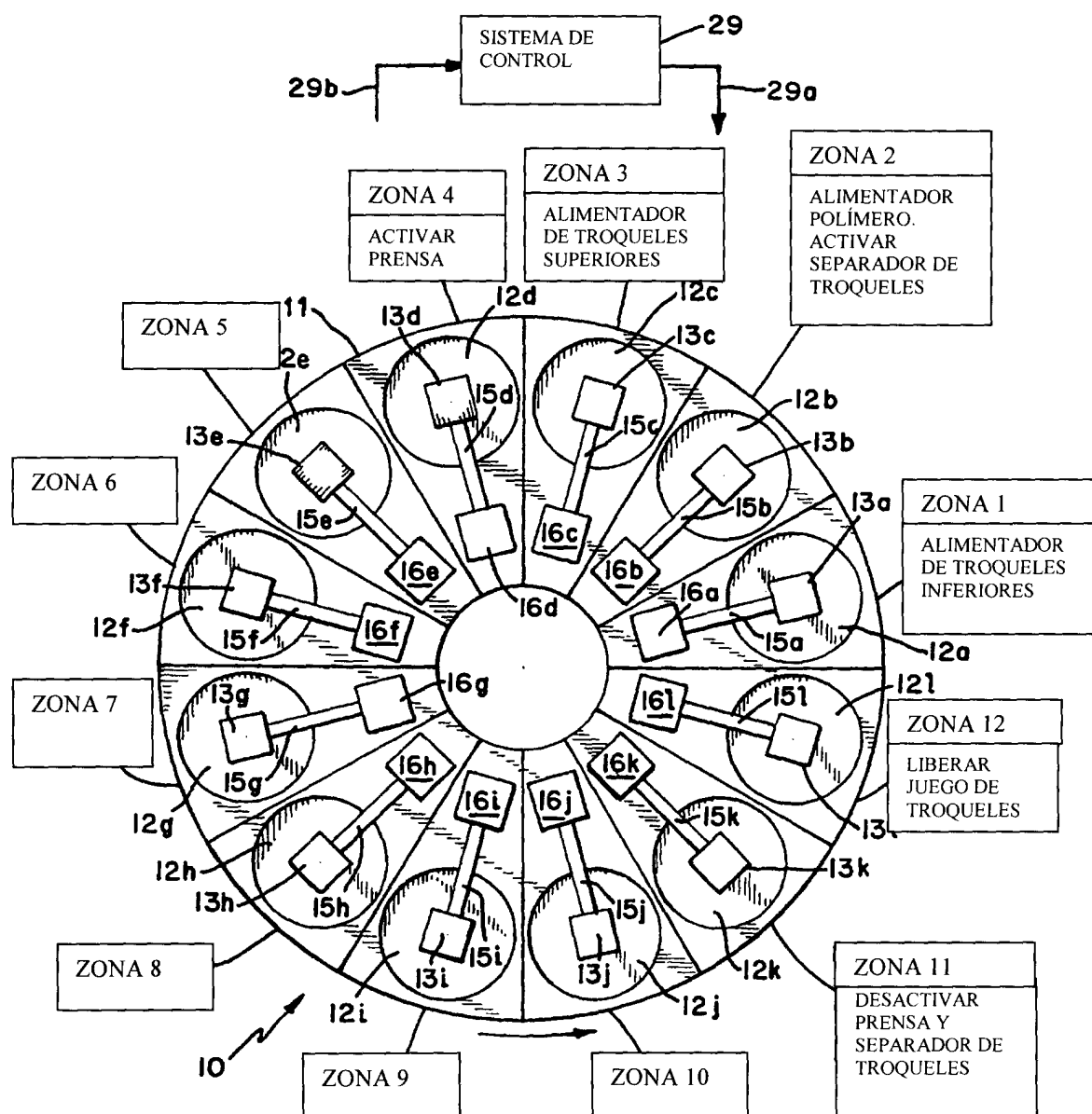
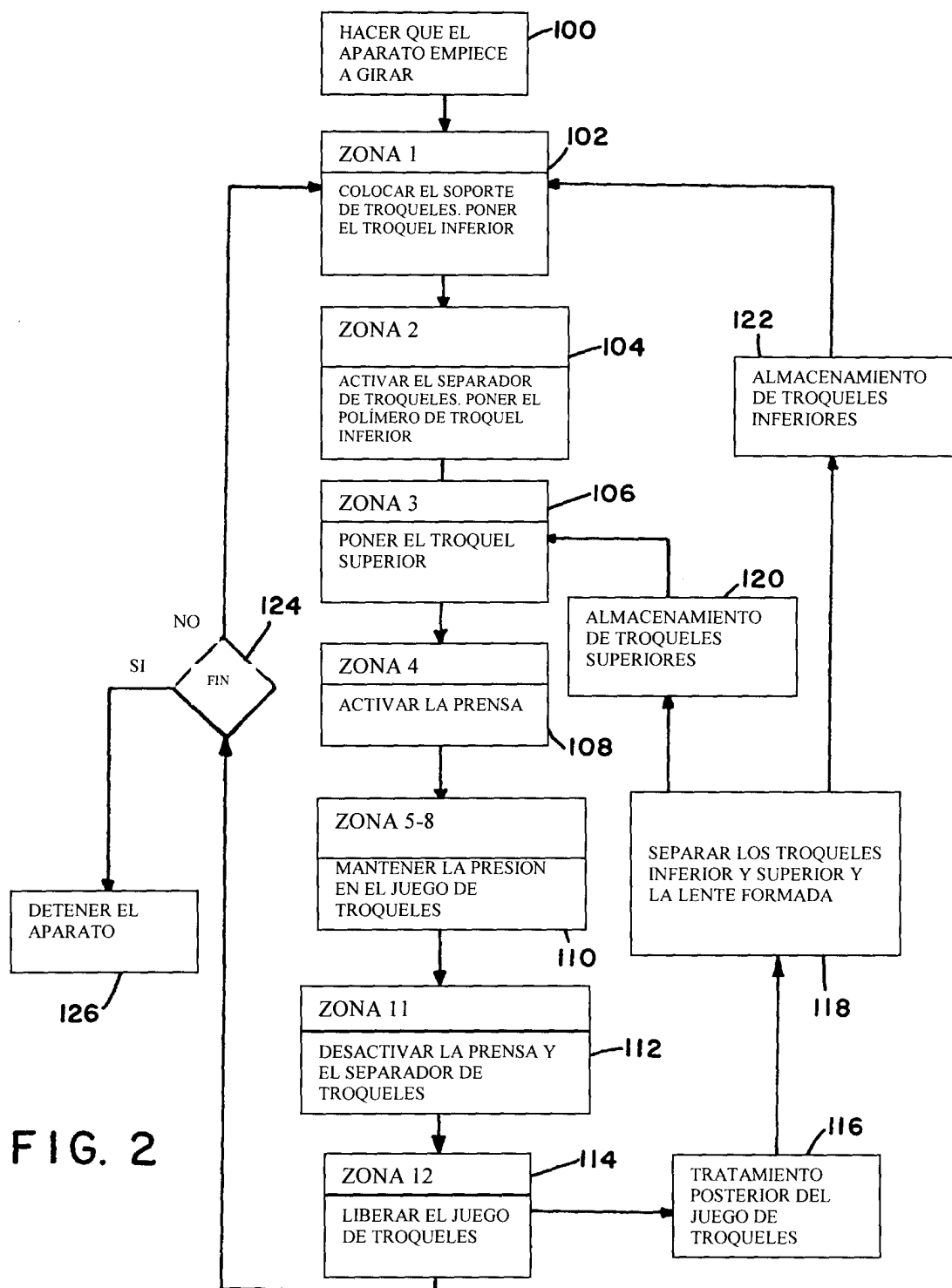
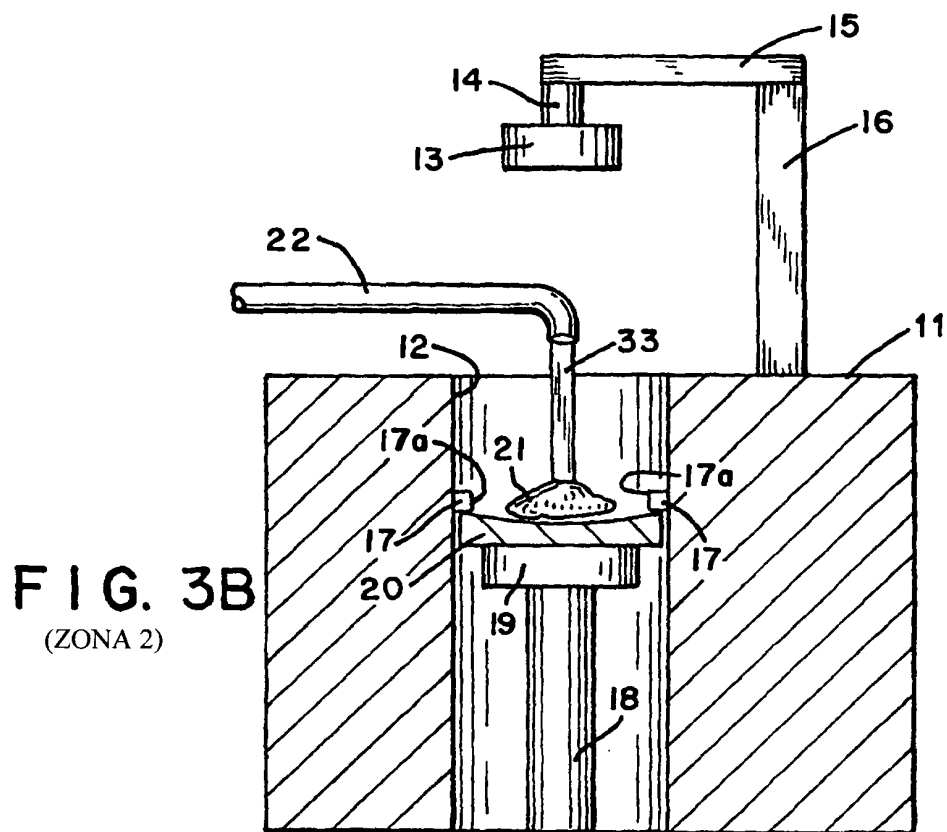
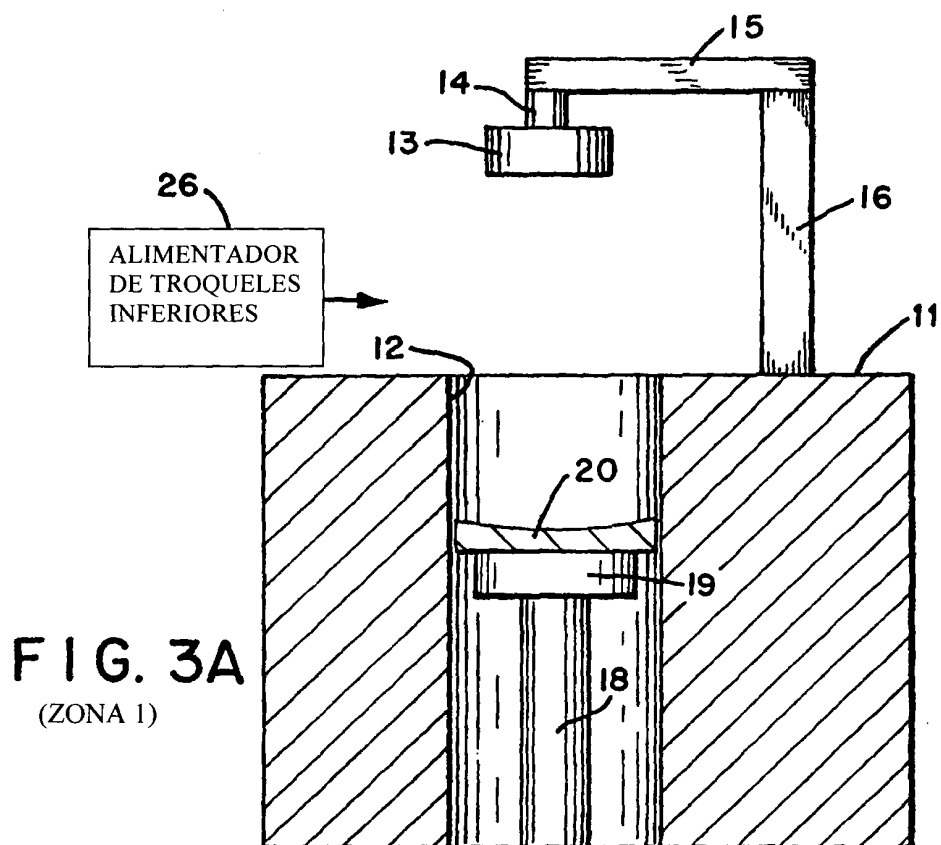


FIG. 1





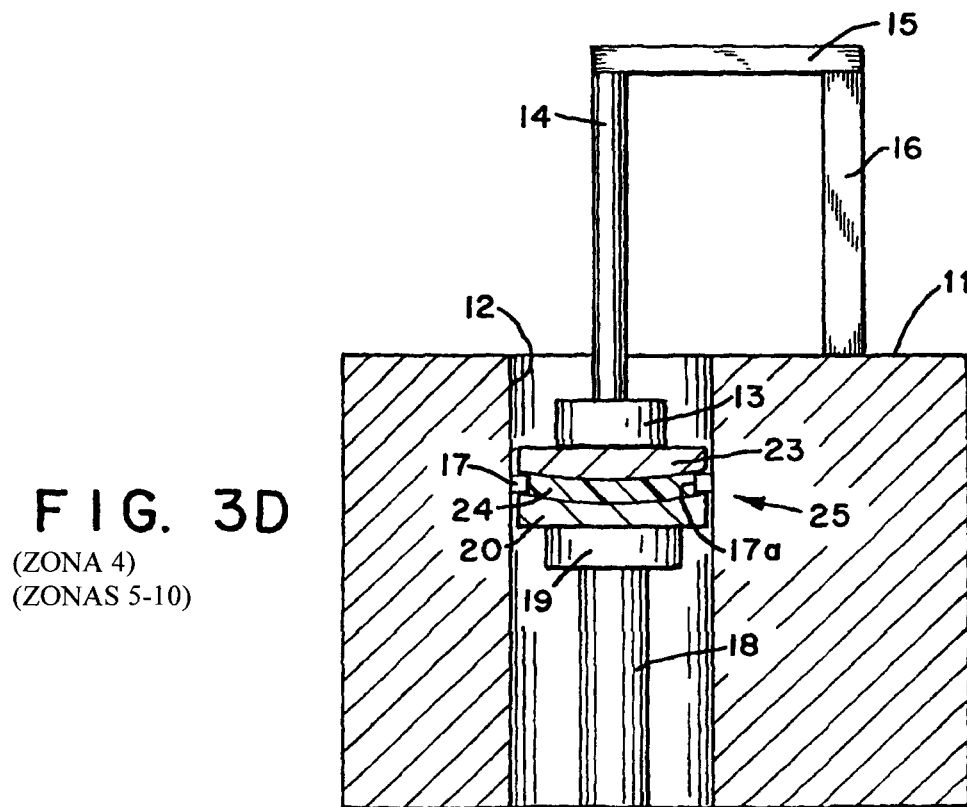
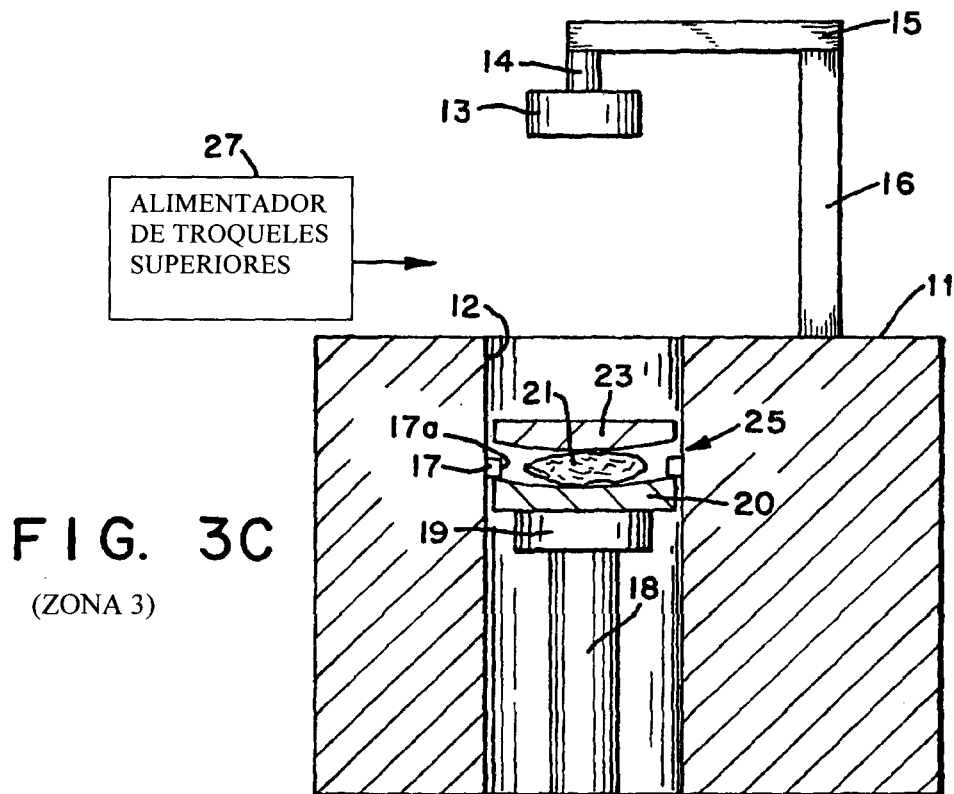


FIG. 3E
(ZONA 11)

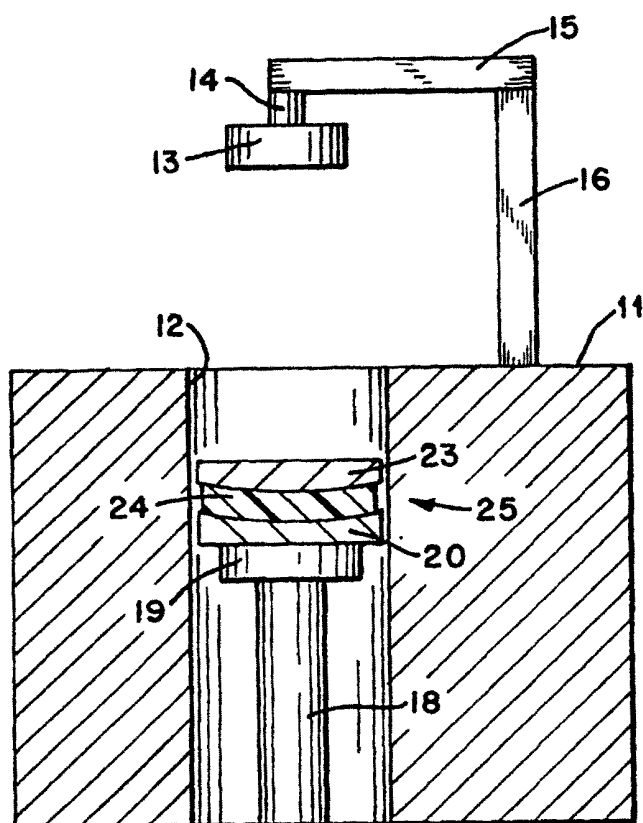
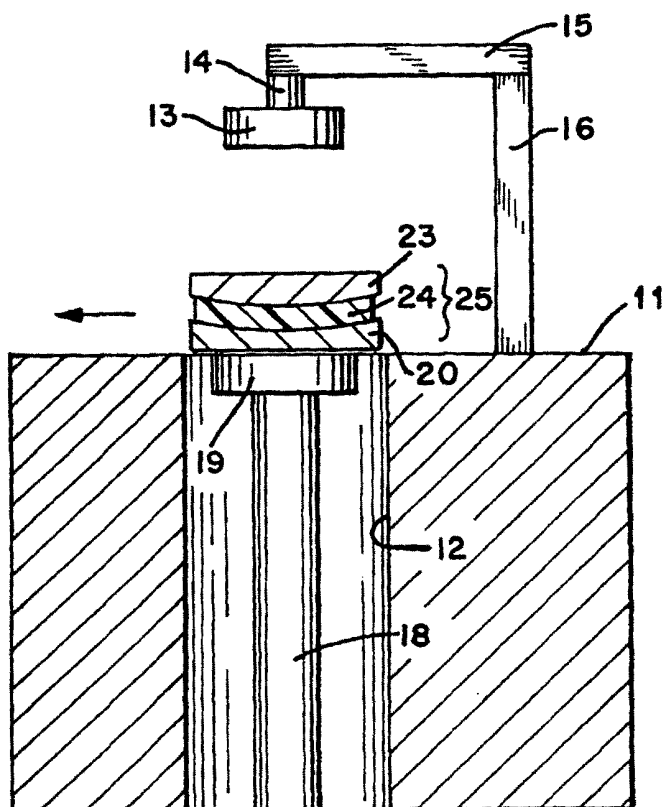


FIG. 3F
(ZONA 12)



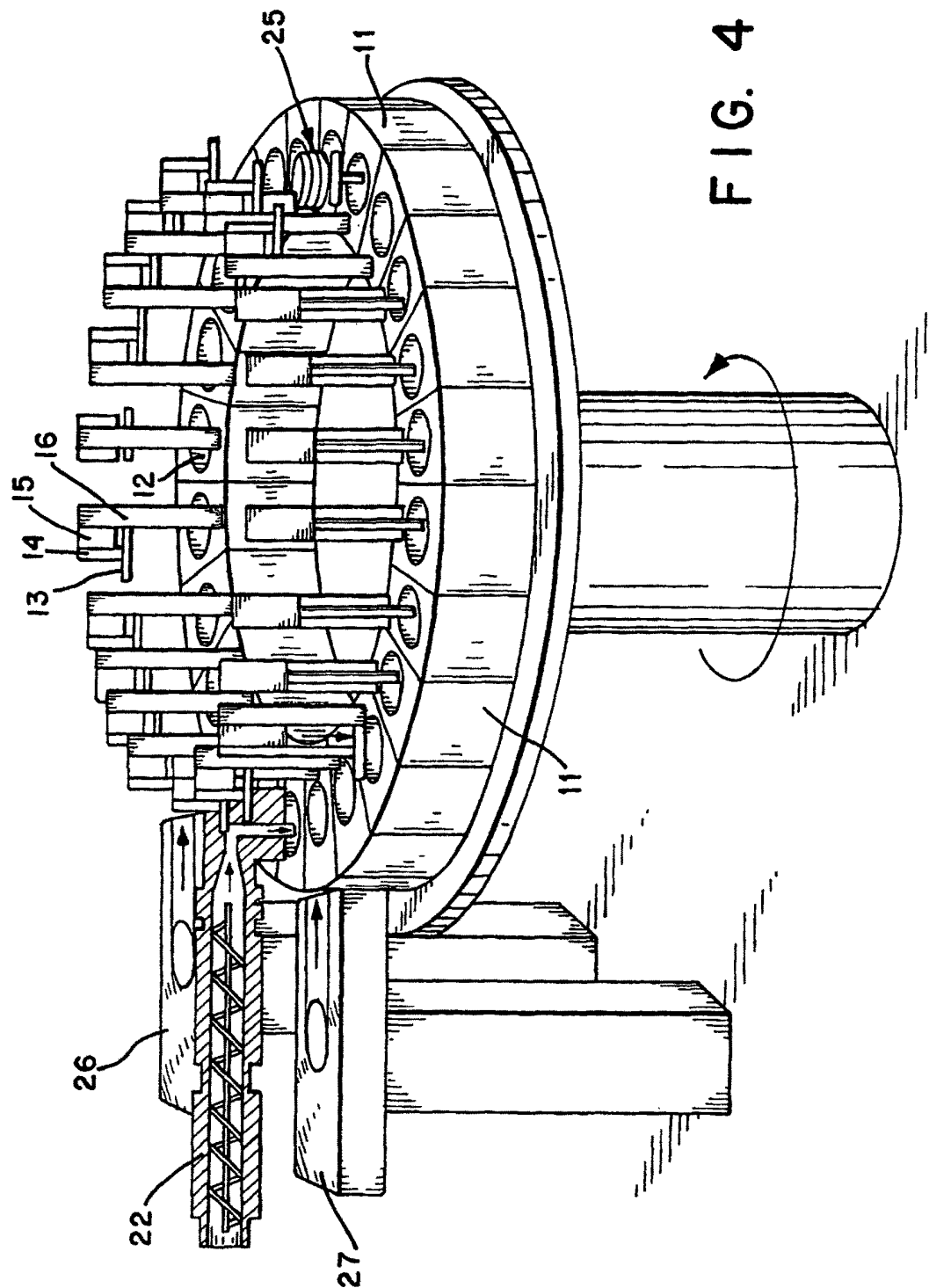


FIG. 4

