

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 652**

51 Int. Cl.:

**B24D 13/14** (2006.01)

**B24B 13/01** (2006.01)

**B24B 13/02** (2006.01)

**B24D 9/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2015 PCT/EP2015/001849**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2016 WO16058661**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2015 E 15763495 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 3206837**

54 Título: **Disco de pulido para una herramienta de mecanizado fino de superficies ópticamente activas en cristales para gafas**

30 Prioridad:

**15.10.2014 DE 102014015052**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**04.06.2020**

73 Titular/es:

**SATISLOH AG (100.0%)  
Neuhofstrasse 12  
6340 Baar, CH**

72 Inventor/es:

**PHILIPPS, PETER;  
KAUFMANN, ANDREAS;  
WALLENDORF, STEFFEN y  
SCHÄFER, HOLGER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 764 652 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

Disco de pulido para una herramienta de mecanizado fino de superficies ópticamente activas en cristales para gafas

5 **Ámbito técnico**

La presente invención se refiere a un disco de pulido para una herramienta de mecanizado fino de superficies ópticamente activas de piezas de trabajo, de acuerdo con el concepto general de la reivindicación 1. Este tipo de discos de pulido se emplean de forma masiva, en particular, en la fabricación de cristales de prescripción para gafas.

10 Donde en lo sucesivo se hable de "cristales para gafas", bajo este término no solo se habrán de entender lentes para gafas hechas de cristal mineral, sino también lentes para gafas hechas de todos los demás materiales normalmente usados, tales como policarbonato, CR 39, HI-Index, etc., es decir, también material plástico.

15 **Estado de la técnica**

El mecanizado con arranque de virutas de las superficies ópticamente activas de los cristales para gafas, se puede dividir, en términos generales, en dos etapas de mecanizado, es decir, primero el mecanizado previo de la superficie ópticamente activa para producir la macrogeometría conforme la prescripción y después el mecanizado fino de la superficie ópticamente activa, para eliminar las huellas del mecanizado previo y obtener la microgeometría deseada, guardando fidelidad a la forma. Mientras que el mecanizado previo de las superficies ópticamente activas de los cristales para gafas y otros similares, dependiendo del material de los cristales para gafas, se efectúa mediante rectificado, fresado y/o torneado, las superficies ópticamente activas de los cristales para gafas en el mecanizado fino normalmente se someten a un proceso de rectificado fino, lapeado y/o pulido.

25 Para este proceso de mecanizado fino, en el estado de la técnica (véanse, por ejemplo, los documentos DE 10 2005 010 583 A1, EP 2 464 493 B1, o el documento EP 2 014 412 A1 que representa el concepto general de la reivindicación 1) se emplean de manera creciente los discos de pulido adaptables – en oposición a las herramientas rígidas, adaptadas a la forma. Estos discos de pulido presentan una construcción sustancialmente en tres partes o capas, con (1.) un cuerpo de soporte o cuerpo de base relativamente fijo o rígido, orientado hacia el husillo de la herramienta, en el que (2.) se encuentra sujeta una capa comparativamente más blanda de un material elástico, por ejemplo, una capa de material esponjado, sobre la que (3.) se dispone una hoja abrasiva o de pulido (soporte del material de pulido) como componente activo de la herramienta para el mecanizado. Debido a la capacidad de deformación elástica de la capa de material esponjado, la hoja de pulido se puede adaptar, dentro de ciertos límites, *in situ* a la geometría de la superficie a ser mecanizada. Y esto tanto desde el punto de vista "estático", es decir, de un cristal para gafas otro cristal para gafas a ser mecanizados y que normalmente difieren en su geometría, en particular la curvatura superficial, así como también desde el punto de vista "dinámico", es decir, durante el mecanizado propiamente dicho de un cristal para gafas específico, en el que se produce un movimiento relativo entre el disco de pulido y el cristal para gafas. La elasticidad de la capa de material esponjado influye además de manera sustancial en el comportamiento abrasivo del disco de pulido durante el proceso de pulido.

Ahora bien, en la fabricación de prescripción se trabaja con cristales para gafas a ser pulidos que presentan las más diversas geometrías. Desde el punto de vista macro geométrico, los radios de curvatura de las superficies ópticamente activas (esfera o cilindro en las superficies aproximadamente tóricas) de los cristales para gafas ya dentro del alcance activo estándar (de 0 a aprox. 14 dioptrías) van desde infinito (superficie plana) hasta aproximadamente 35 mm. Por ejemplo, con superficies de forma libre, a esto también se suman otros factores de influencia adicionales, más bien microgeométricos, tales como la adición o la asfericidad. Para cubrir el alcance activo estándar, por lo tanto, en el estado de la técnica arriba descrito se requieren tipos de discos de pulido de diferente geometría, que se distinguen en particular en lo relativo a la curvatura (previa) de la superficie activa para el mecanizado de la herramienta.

Así, los conceptos de herramientas de pulido conocidos en el ámbito de la fabricación por prescripción comprenden, por ejemplo, siete tipos de disco de pulido con diferentes geometrías. Esto naturalmente requiere un cambio de herramienta durante la producción de cristales para gafas, cuando se van a mecanizar sucesivamente cristales para gafas que difieren de tal manera en su geometría que no es posible pulirlos con el mismo disco de pulido. Sin embargo, cada cambio de herramienta va a costas de la productividad en la fabricación conforme a prescripción.

En el estado de la técnica también se conocen conceptos de herramientas de pulido para la fabricación de cristales para gafas que pueden funcionar con un total de por lo menos hasta tres diferentes tipos de herramienta de pulido para cubrir el alcance activo estándar. Este tipo de herramientas de pulido se muestran, por ejemplo, en el documento US 7.559.829 B2. En este caso, entre una capa de material esponjado, sobre la que reposa una hoja de pulido, y un cuerpo de base arrigido, sobre el que la herramienta de pulido puede sostenerse en, o sujetarse a, un portaherramientas, se encuentra insertada una estructura de apoyo elásticamente flexible que comprende una pieza con forma de estrella, con una pluralidad de brazos de muelle que actúan de forma similar a un muelle laminado, y un anillo elástico como apoyo de los brazos de muelle con respecto al cuerpo de base. Sin embargo, en este estado de la técnica también se requiere un cambio de herramienta, si los cristales para gafas a ser pulidos sucesivamente

difieren fuertemente en su geometría. Además, este tipo de herramientas de pulido presentan una construcción relativamente compleja.

Finalmente, la publicación JP 2003-145402 A revela una herramienta de pulido para cristales que posee una estructura multicapa con un tejido superior para la fijación de una almohadilla de pulido, una capa de goma que se encuentra debajo, una capa de material esponjado que se encuentra debajo y finalmente un tejido de base inferior para la fijación a un cuerpo de apoyo.

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El objetivo de la presente invención consiste en crear, partiendo del estado de la técnica, tal como es representado por el documento EP 2 014 412 A1, un disco de pulido de construcción tan simple como sea posible para el mecanizado fino de superficies ópticamente activas en cristales para gafas, el que permita incrementar la productividad en la fabricación conforme a prescripción.

#### Descripción de la invención

Este objetivo se logra por medio de las características mencionadas en la reivindicación 1. Otros desarrollos adicionales oportunos y ventajosos de la presente invención son el objeto de las reivindicaciones 2 a 15.

De acuerdo con la presente invención, en un disco de pulido para una herramienta usada para el mecanizado fino de superficies ópticamente activas cristales para gafas, que tiene un cuerpo de base que presenta un eje central, en el que se encuentra fijada una capa intermedia de un material elástico relativamente más blando en comparación con el cuerpo de base, sobre la que reposa un soporte de material de pulido, dicha capa intermedia presenta por lo menos dos zonas de diferente dureza, las que se encuentran dispuestas consecutivamente en la dirección del eje central y están configuradas por capas de material esponjado diferentes entre sí, en lo que la capa de material esponjado que limita con el cuerpo de base es más blanda que la capa de material esponjado que reposa sobre el soporte del material de pulido, y ascendiendo el módulo E estático, determinado en el caso de una compresión de superficie completa, de la capa de material esponjado más dura a entre 0,40 y 1,50 N/mm<sup>2</sup>, mientras que el módulo E estático de la capa de material esponjado más blanda se encuentra entre 0,25 y 0,45 N/mm<sup>2</sup>.

La idea central consiste aquí en proveer la capacidad de adaptación necesaria para cubrir el alcance activo requerido (por ejemplo, de 0 a 14 dioptrías) del disco de pulido con respecto a la macrogeometría de los cristales para gafas a ser pulidos a través de la zona más alejada del mecanizado o de la intervención de menor dureza de la capa intermedia (capa de material esponjado que limita con el cuerpo de base), y con esto también "cubrir" grandes diferencias de coma de un cristal para gafas a otro cristal para gafas. La capacidad de adaptación del disco de pulido a la microgeometría de los cristales para gafas a ser pulidos, requerida para alcanzar la fidelidad superficial requerida en, por ejemplo, superficies de forma libre y el alisamiento deseado, en cambio, se provee por medio de la zona de mayor dureza de la capa intermedia, más cercana al mecanizado o a la intervención (capa de material esponjado que reposa sobre el soporte del material de pulido).

A este respecto se acepta que durante el mecanizado de pulido pueda cambiar de un cristal para gafas a otro cristal para gafas, dependiendo de la respectiva geometría del cristal para gafas, la superficie de pulido o de intervención efectiva entre el disco de pulido y el cristal para gafas, por ejemplo, desde una forma más bien puntual en el caso de superficies planas de cristal para gafas a formas superficiales más circulares o anulares en el caso de superficies de cristal para gafas curvadas, ya que esto se puede compensar durante el proceso de pulido en particular a través de una modificación apropiada de la amplitud y/o frecuencia del movimiento relativo entre el disco de pulido y el cristal para gafas (carrera de oscilación de la herramienta transversalmente a la pieza de trabajo).

Como resultado, en el caso ideal solo se requerirá un solo tipo de disco de pulido, y en todo caso un número sustancialmente menor de tipos de disco de pulido que en el estado de la técnica genérico, para cubrir los alcances de curvatura normales en la fabricación conforme a prescripción de los cristales para gafas a ser pulidos. Un disco de pulido de uso universal de este tipo por una parte reduce el dispendio asociado a la disponibilidad necesaria de una pluralidad de discos de pulido de diferentes geometrías. Por otra parte, y más importante aún, se puede prescindir idealmente de los cambios de herramienta que son normales en estado de la técnica, condicionados por las diferentes geometrías de los cristales para gafas a ser pulidos, y en todo caso se pueden reducir sustancialmente. El ahorro de tiempo logrado por esto, aun cuando se mantenga igual el tiempo de pulido, resulta en un aumento sustancial de la productividad en la fabricación conforme a prescripción. Simultáneamente, los tiempos de parada de las máquinas pulidoras, incluso aquellos que en el estado de la técnica estaban condicionados por un nuevo ajuste de herramienta, también se reducen o se eliminan. Además, de acuerdo con la presente invención, todo esto no requiere ningún tipo de medidas complejas o piezas nuevas en el disco de pulido, que por ende sigue presentando una construcción sumamente simple; tan solo se ejerce una influencia localmente específica sobre las propiedades del material elástico de la capa intermedia.

En este sentido, que las por lo menos dos zonas de la capa intermedia están formadas por capas de material esponjado diferentes entre sí también resulta ventajoso en cuanto a una fabricación simple y económica de los

discos de pulido. Finalmente, los inventores también llevaron a cabo experimentos prácticos con diversos materiales esponjados, en los cuales, por una parte, se verificó hasta qué punto la geometría del cristal para gafas premecanizado se conservó o se modificó durante el pulido y, por otra parte, se investigó con qué materiales esponjados la eliminación de pulido por unidad de tiempo fue lo más alta posible sin que se produjeran microestructuras significativas o imperfecciones en la superficie pulida. En este sentido, se comprobó que, determinado en el caso de una compresión de superficie completa, el módulo E estático de la capa de material esponjado más dura ha de ascender a entre 0,40 y 1,50 N/mm<sup>2</sup>, preferentemente encontrarse entre 0,80 y 1,00 N/mm<sup>2</sup>, mientras que el módulo E estático de la capa de material esponjado más blanda ha de ascender a entre 0,25 y 0,45 N/mm<sup>2</sup>, preferentemente debería encontrarse entre 0,35 y 0,45 N/mm<sup>2</sup>.

Preferentemente, las capas de material esponjado diferentes entre sí están pegadas entre ellas, para lo que solo se requiere una etapa de proceso de bajo coste, que también se puede controlar muy bien en la producción en masa y en el que se pueden emplear materiales esponjados y materiales adhesivos comercialmente disponibles. Sin embargo, un material esponjado compuesto o en forma de sándwich apropiado también se podría fabricar alternativamente mediante la espumación superpuesta de diferentes tipos de material de espuma.

En lo que se refiere a la forma de las distintas capas de material esponjado de la capa intermedia antes de su sujeción al cuerpo de base, los distintos cuerpos esponjados, para influenciar las propiedades elásticas del disco de pulido, en principio también una configuración diferente de una superficie plana, por ejemplo, convexa o cóncava, en una o ambas superficies frontales, al igual que en el borde también pueden presentar, por ejemplo, una configuración cilíndrica, cónica, abombada o con una depresión anular, para lo que, sin embargo, se tendría que proveer moldes de fundición especiales. En este sentido, en particular por razones económicas es preferente si las distintas capas de material esponjado de la capa intermedia presentan respectivamente un espesor sustancialmente constante, medido a lo largo o paralelamente al eje central del cuerpo de base, lo que ofrece la posibilidad de poder emplear en la fabricación de los discos de pulido múltiples materiales en forma de placa de la serie a gran escala. Los ensayos realizados por los inventores que suscriben la presente solicitud han demostrado que una determinada relación de los espesores de las dos capas de material esponjado permite una adaptación óptima a un mayor alcance de radios de curvatura, al mismo tiempo que se mantiene y se analizan las microgeometrías en los cristales para gafas a ser pulidos. De esta manera, se ha encontrado que la relación del espesor sustancialmente constante de la capa de material esponjado más dura con respecto al espesor sustancialmente constante de la capa de material esponjado más blanda preferentemente debería situarse entre 1 a 2 y 1 a 4, preferentemente en aproximadamente 1 a 3.

En cuanto al material esponjado de los diferentes componentes de la capa intermedia, en los ensayos realizados se ha demostrado como ventajoso si la capa de material esponjado más blanda está hecha de un elastómero de poliéter-uretano por lo menos parcialmente de poros abiertos, mientras que la capa de material esponjado más dura está hecha de un elastómero de poliéter-uretano de alveolos cerrados. Con esta combinación de materiales, por una parte no existe el peligro que la capa intermedia se sature demasiado con el material de pulido durante la operación de pulido y tampoco se endurezca demasiado durante el secado posterior, mientras que por otra parte la porosidad abierta parcial de la capa intermedia se puede evaluar como ventajosa para disipar el calor de fricción generado en el proceso de pulido a través del material de pulido y en la fabricación preferente de la capa intermedia también favorece la adherencia de las capas individuales entre sí.

En los razonamientos y ensayos realizados por los inventores, adicionalmente se han definido y comprobado las siguientes características geométricas para un disco de pulido de uso universal para el mecanizado por pulido de cristales para gafas en el alcance de curvaturas actualmente normales: Preferentemente, el cuerpo de base del disco de pulido debería presentar una superficie frontal sustancialmente esférica orientada hacia la capa intermedia, en la que la capa intermedia se encuentra sujeta a través de una unión adhesiva apropiada, en lo que la mencionada superficie frontal debería presentar un radio de curvatura que preferentemente se sitúa entre 35 y 42 mm, más preferentemente entre 36 y 40 mm. Adicionalmente, el cuerpo de base en la zona de su superficie frontal debería presentar un diámetro de entre 35 y 60 mm, en lo que el espesor sustancialmente constante de la capa intermedia a lo largo de o paralelamente al eje central preferentemente debería ser de 15 a 22 mm, ventajosamente con los valores de espesor más pequeños para los diámetros más pequeños y los valores de espesor más grandes para los diámetros más grandes.

En cuanto al soporte del material de pulido, adicionalmente es ventajoso si el mismo sobresale en la dirección radial, referido al eje central del cuerpo de base, por todos los lados más allá de la capa intermedia del disco de pulido. Esta zona sobresaliente del soporte del material de pulido no puede ejercer ninguna presión sobre el cristal para gafas durante la operación de pulido, de tal manera que no existe el peligro de que el borde exterior del soporte del material de pulido se refleje en el cristal para gafas en forma de microestructuras o direcciones privilegiadas.

Los discos de pulido de acuerdo con la presente invención se pueden emplear ventajosamente en una herramienta para el mecanizado fino de las superficies ópticamente activas en cristales para gafas, que comprende un cabezal portaherramientas sujetable con capacidad de arrastre axial y rotativo en un árbol de husillo de un husillo de herramienta, en lo que el disco de pulido se encuentra sujetado de manera sustituible en el cabezal portaherramientas, para lo que el cuerpo de base del disco de pulido y el cabezal portaherramientas están provistos

con estructuras complementarias para el enganche axial y para el arrastre rotativo del disco de pulido con el cabezal portaherramientas. Por una parte, esto permite un fácil cambio del disco de pulido, así como una sujeción segura del disco de pulido en el husillo de herramienta, y por otra parte permite una transmisión definida y en arrastre de forma del par de fuerzas del husillo de herramienta al disco de pulido durante el mecanizado de pulido.

5 A este respecto, el cabezal portaherramientas puede presentar una articulación esférica, con una cabeza esférica alojada en una rótula, que está formada en una espiga esférica sujetable en el árbol de husillo del husillo de herramienta, mientras que la rótula está formada en una placa de alojamiento, con la que se puede enganchar el disco de pulido. Esto permite de manera simple la inclinación del disco de pulido con respecto al árbol de husillo del  
10 husillo de herramienta durante el mecanizado de pulido, de tal manera que el disco de pulido puede adaptarse fácilmente a las más diversas geometrías han de cristales para gafas, incluso, por ejemplo, superficies cilíndricas o superficies progresivas con elevadas adiciones. Adicionalmente, la capacidad de inclinación del disco de pulido permite ventajosamente realizar procesos de pulido con una así llamada "cinemática de pulido tangencial", en la que el disco de pulido, que se encuentra en contacto de mecanizado con el cristal para gafas que se acciona de manera  
15 giratoria alrededor de un eje de giro de la pieza de trabajo por medio de un husillo de pieza de trabajo, o bien es arrastrado de forma giratoria por la fricción o gira por accionamiento rotativo propio, mientras que un accionamiento lineal se encarga de que el husillo portaherramientas dispuesto de manera angular mente definida con respecto al eje de giro de la pieza de trabajo se mueva alternadamente hacia adelante y hacia atrás en la máquina pulidora, de tal manera que el disco de pulido pasa continuamente hacia adelante y hacia atrás en un recorrido relativamente  
20 corto transversalmente sobre el cristal para gafas.

En una forma de realización preferente, la cabeza esférica puede presentar un agujero de alojamiento para un pasador transversal que se extiende a través de la cabeza esférica y encaja en ambos lados de la cabeza esférica en escotaduras asignadas en la rótula esférica, con el fin de unir la placa de alojamiento con capacidad de arrastre  
25 rotativo a la espiga esférica. La configuración de este tipo de la cabeza esférica como articulación cardán permite de una manera simple accionar el disco de pulido de manera giratoria, lo que, comparado con un arrastre rotativo producido únicamente por fricción, permite lograr tiempos de pulido sustancialmente más cortos. En lo referente a la capacidad de inclinación y posibilidad de accionamiento giratorio, si bien algo similar también se podría lograr en principio por medio de una articulación homocinética, esto, sin embargo, estaría asociado con un dispendio y costes  
30 sustancialmente mayores.

Adicionalmente, de preferencia la placa de alojamiento se apoya por medio de un elemento angular elástico en una brida de apoyo en el lado de la espiga esférica, de tal manera que el disco de pulido enganchado con la placa de  
35 alojamiento muestra la tendencia de alinearse con su eje central con la espiga esférica y, por lo tanto, con el árbol de husillo del husillo de herramienta. De esta manera, se previene que el disco de pulido efectúe movimientos de inclinación demasiado fuertes, lo que por una parte tiene un efecto positivo en particular durante la inversión del movimiento con la mencionada oscilación del disco de pulido sobre el cristal para gafas, ya que el disco de pulido no puede pandearse y atorarse así en el cristal para gafas. Por otra parte, este tipo de apoyo elástico de la placa de alojamiento de la herramienta durante el montaje o la colocación del disco de pulido es ventajoso, porque la placa de  
40 montaje ocupa así una posición definida de manera ligeramente forzada por el elemento angular elástico. Adicionalmente, la puesta en contacto del disco de pulido y el cristal para gafas también se puede efectuar debido a la orientación (previa) elástica de la placa de alojamiento, de tal manera que el disco de pulido se asienta sobre el cristal para gafas con una orientación sustancialmente axial, y no inclinada, lo que en el caso de discos de pulido particularmente gruesos o altos podría causar problemas. Aunque en principio también sería posible lograr una  
45 orientación (previa) de este tipo del disco de pulido en la placa de alojamiento mediante un fuelle de goma de carga neumática, esto sería desproporcionadamente más costoso.

En otro aspecto de la idea subyacente a la presente invención, el cuerpo de base del disco de pulido y el cabezal portaherramientas pueden proveerse respectivamente con un collar sobresaliente en la dirección radial, en lo que los  
50 collares en su estado montado en el cabezal portaherramientas del disco de pulido se encuentran dispuestos de manera mutuamente opuesta y se solapan en arrastre de forma por medio de un anillo de seguridad con una sección transversal sustancialmente en forma de U. Un anillo de seguridad de este tipo previene de manera confiable que el disco de pulido se pueda desprender accidentalmente del cabezal portaherramientas por efecto de las fuerzas actuantes, por ejemplo, cuando el disco de pulido se levanta del cristal para gafas (o viceversa) durante  
55 el proceso de pulido, con el fin de modificar la dirección de giro relativa de la herramienta y/o para aplicar material de pulido nuevo en el sitio de acción, o durante la remoción al final del proceso de pulido, en lo que siempre se debe contar con la posibilidad de que el disco de pulido quede "adherido por succión" en el cristal para gafas. Correspondientemente, debido al aseguramiento arriba descrito, el disco de pulido y el cristal para gafas se pueden separar sin peligro en cualquier momento durante el proceso de pulido. Aunque el problema del desprendimiento  
60 accidental del disco de pulido del cabezal portaherramientas también se podría prevenir desde el punto de vista técnico del procedimiento por medio de un desplazamiento transversal suficientemente amplio del disco de pulido en relación con el cristal para gafas antes de la separación, este procedimiento, sin embargo, aumentaría de manera indeseable los tiempos de proceso.

65 Adicionalmente, el anillo de seguridad preferentemente está formado por dos semianillos, que por un lado están unidos mutuamente de forma pivotable a través de una bisagra y por otro lado pueden ser enganchados

mutuamente de manera desprendible a través de una unión de conexión rápida, lo que no solo representa una solución simple y económicamente reproducible, y que además es muy fácil de limpiar, sino que también asegura un manejo sencillo (puesto que no requiere herramientas), fácil y rápido.

## 5 Breve descripción de los dibujos

A continuación, la presente invención se describe basándose en un ejemplo de realización preferente, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, parcialmente esquemáticos y no hechos en escala. En los dibujos:

- 10 La Fig. 1 es una vista de sección longitudinal de un husillo de herramienta alojado en el yugo pivotante, representado de manera parcialmente abierta, de una máquina pulidora con una herramienta de acuerdo con la presente invención para el mecanizado fino de superficies ópticamente activas en cristales para gafas, en cuyo cabezal portaherramientas se encuentra sujetado de manera desprendible un disco de pulido, que se encuentra en contacto de mecanizado con una superficie a ser mecanizada, en lo que la herramienta se encuentra en una posición inferior, extendida con respecto al husillo de herramienta;
- 15 La Fig. 2 muestra una sección media del husillo de herramienta con la herramienta de acuerdo con la Fig. 1 en estado desmontado, sin fuelle entre la herramienta y el husillo de herramienta, que aquí se ha omitido para mayor claridad, en lo que la herramienta con el disco de pulido se encuentra en una posición superior, retraída con respecto al husillo de herramienta, en la que el cabezal portaherramientas de la herramienta está enganchado en el husillo de herramienta;
- 20 La Fig. 3 es una vista de sección interrumpida hacia arriba de la herramienta sujeta en el husillo de herramienta de la Fig. 1 de acuerdo con la línea de desarrollo de sección III-III en la Fig. 2.
- 25 La Fig. 4 es una vista de sección de la herramienta sujeta en el husillo de herramienta, que aquí solo se muestra parcialmente, de la Fig. 1 en la posición superior retraída de acuerdo con la Fig. 2, con el cabezal portaherramientas enganchado en el husillo de herramienta y un disco de pulido que se ha removido del mismo;
- 30 La Fig. 5 es una representación despiezada en perspectiva de la herramienta de la Fig. 1 extendida con respecto al husillo de herramienta, que aquí se muestra de forma fracturada, vista de manera oblicua desde abajo, con el cabezal portaherramientas, un anillo de seguridad abierto y un disco de pulido, para ilustrar los puntos de intersección entre el husillo de herramienta, el cabezal portaherramientas, el anillo de seguridad y el disco de pulido;
- 35 La Fig. 6 es una representación despiezada en perspectiva, correspondiente en lo referente a los componentes mostrados en la Fig. 5, de la herramienta conforme a la Fig. 1 extendida con respecto al husillo de herramienta, que también aquí se muestra de forma fracturada, en una vista oblicua desde arriba, con el cabezal portaherramientas, el anillo de seguridad en posición cerrada y un disco de pulido, como ilustración adicional de los puntos de intersección entre el husillo de herramienta, el cabezal portaherramientas, el anillo de seguridad y el disco de pulido; y
- 40 La Fig. 7 muestra un esquema de un cristal para gafas y de un disco de pulido de acuerdo con la presente invención para ilustrar los datos geométricos fundamentales para el dimensionamiento de un disco de pulido de uso universal en función de las curvaturas del cristal para gafas y el diámetro del cristal para gafas.

## 50 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL EJEMPLO DE REALIZACIÓN

De acuerdo en particular con las Figs. 1 a 6, un disco de pulido 10 para una herramienta 12 empleada para el mecanizado fino de superficies ópticamente activas cc, cx en cristales para gafas L (véanse las Figs. 1 y 7) tiene un cuerpo de base 14 que presenta un eje central M, en el que se encuentra fijada una capa intermedia 16 hecha de un material elástico más blando en comparación con el cuerpo de base 14, sobre la que reposa un soporte de material de pulido 18, que forma la superficie de mecanizado exterior propiamente dicha 19 del disco de pulido 10. Es fundamental que la capa intermedia 16 presente por lo menos dos zonas de diferente dureza, dispuestas de manera sucesiva en la dirección del eje central M, en lo que la zona de la capa intermedia 16 que limita con el cuerpo de base 14 es más blanda que la zona de la capa intermedia 16, sobre la que reposa el soporte del material de pulido 18, como se explicará más detalladamente a continuación.

Las dos zonas de la capa intermedia 16 están formadas por capas de material esponjado diferentes entre sí 20, 22 que tienen respectivamente un espesor constante, visto a lo largo del eje central M, es decir, una capa de material esponjado más blanda 20 sobre el cuerpo de base 14, más específicamente su superficie frontal 21, y una capa de material esponjado más dura 22 debajo del soporte del material de pulido 18. A este respecto, las capas de material esponjado diferentes entre sí 20 y 22 están pegadas entre sí en 23.

Asimismo, el soporte del material de pulido 18 está pegado sobre la capa de material esponjado más dura 22 y la capa de material esponjado más blanda 20 está pegada sobre la superficie frontal 21 del cuerpo de base 14. Para prevenir que el borde del disco de pulido 10 se refleje en la superficie mecanizada cc del cristal para gafas L en forma de microestructuras muy finas, similares a rasguños, el soporte del material de pulido 18 sobresale en todos los lados por encima de la capa intermedia 16 en la dirección radial con respecto al eje central M.

El cuerpo de base sustancialmente rígido 14 sirve, por una parte, con su superficie frontal preformada 21 para la dotación de la forma, así como para apoyar o soportar la construcción de capas elásticas previamente descrita del disco de pulido 10, y por otra parte representa la pieza de unión con el resto de la herramienta 12, como se describirá más detalladamente a continuación. En el ejemplo de realización representado, la superficie frontal 21 del cuerpo de base 14 está preformada de manera sustancialmente esférica y prácticamente se arquea en dirección hacia la capa intermedia 16. La superficie frontal del cuerpo de base se puede preformar de acuerdo con la macrogeometría de las superficies a ser mecanizadas cc o cx, pero en principio también de otra manera, por ejemplo, de manera no esférica (asférica).

Como se puede ver en las Figs. 1 a 6, la herramienta 12 presenta un cabezal portaherramientas 24 con una placa de alojamiento 25, que se encuentra sujetado con capacidad de arrastre axial y rotacional, e igualmente desprendible, en un árbol de husillo 26 de un husillo de herramienta 28. En el cabezal portaherramientas 24 se encuentra sujetado de manera sustituible el disco de pulido 10, para lo que el cuerpo de base 14 del disco de pulido 10 y el cabezal portaherramientas 24, más específicamente la placa de alojamiento 25 del mismo, están provistos con estructuras complementarias 29 (véanse en particular las Figs. 5 y 6) para el enganche axial y el arrastre rotativo del disco de pulido 10 con el cabezal portaherramientas 24.

La interfaz formada por las estructuras complementarias 29 entre el disco de pulido 10 y el cabezal portaherramientas 24 es el objeto del documento mencionado al comienzo EP 2 464 493 B1, al que aquí se hace referencia expresa en lo concerniente a la construcción y el funcionamiento de la interfaz, con el fin de prevenir repeticiones. Dicho en pocas palabras, como se puede ver de la mejor manera en las Figs. 4 a 6, el cuerpo de base 14 del disco de pulido 10 presenta en su lado interior un espacio interior 32 limitado por la superficie de pared 30 y una superficie de base 31, que está previsto para la aplicación del disco de pulido 10 y el enganche en un talón de alojamiento complementario 33 en la placa de alojamiento 25 del cabezal portaherramientas 24, y en su superficie de base 31 presenta elementos de arrastre 34 para la transmisión del par de fuerzas, a los que están asignados elementos de arrastre contrarios correspondientes 35 en el talón de alojamiento 33. Adicionalmente, entre la superficie de pared 30 y el talón de alojamiento 33 se provee un anillo de retención elástico 37 fijado en una ranura anular 36, que permite el enganche con una ranura contraria correspondiente 38 y la obturación del espacio interior 32. A este respecto, el enganche se produce durante el montaje del disco de pulido 10 antes de que los elementos de arrastre 34 se enganchen con los elementos contrarios de arrastre 35, lo que solo se puede lograr con un desplazamiento adicional del disco de pulido 10 con obturación entre la superficie de pared 30 y el talón de alojamiento 33.

En el lado opuesto al espacio interior 32 de la placa de alojamiento 25, el cabezal portaherramientas 24 presenta una articulación esférica 40, con una cabeza esférica 44 alojada en una rótula esférica 42, que está formada en una espiga esférica 46 sujetable, más precisamente atornillable, en el árbol de husillo 26 del husillo de herramienta 28. La rótula esférica 42, en cambio, está formada en la placa de alojamiento 25, con la que se puede enganchar el disco de pulido 10. De acuerdo en particular con las Figs. 3 y 4, la cabeza esférica 44 presenta un agujero de alojamiento 48 para un pasador transversal 50. El pasador transversal 50 se extiende a través de la cabeza esférica 44 con extremos redondeados y encaja en ambos lados de la cabeza esférica 44 con Escotaduras asignadas 52 en la rótula esférica 42, con el fin de unir la placa de alojamiento 25 con capacidad de arrastre rotativo a la espiga esférica 46 y, por lo tanto, con el árbol de husillo 26 del husillo de herramienta 28.

Adicionalmente, como se puede ver en la mejor manera en las Figs. 3 y 4, entre la espiga esférica 46 y el extremo libre del árbol de husillo 26 se encuentra insertada una brida de apoyo con forma de anillo circular 54, sujeta en el árbol de husillo 26 por medio de la espiga esférica 46. Sobre la brida de apoyo 54 reposa un elemento anular elástico 56 hecho de, por ejemplo, un material esponjado apropiado, en el que la placa de alojamiento 25 del cabezal portaherramientas 24 se puede apoyar elásticamente en la brida de apoyo 54 en el lado de la espiga esférica, de tal manera que el disco de pulido 10 enganchado con la placa de alojamiento 25 presenta la tendencia de alinearse con su eje central M con la espiga esférica 46 y, por lo tanto, el árbol de husillo 26 del husillo de herramienta 28.

Para la unión separable del disco de pulido 10 y el cabezal portaherramientas 24 también cabe señalar que de acuerdo en particular con las Figs. 3, 5 y 6 tanto el cuerpo de base 14 del disco de pulido 10 como también el cabezal portaherramientas 24 en la placa de alojamiento 25 están provistos con un collar radialmente sobresaliente 58 o 59. Estos collares 58, 59, en el estado montado del disco de pulido 10 en el cabezal portaherramientas 24, se encuentran dispuestos de manera mutuamente opuesta y están solapados en arrastre de forma por medio de un anillo de seguridad 60 con una sección transversal sustancialmente en forma de U (véase la Fig. 3), con el fin de prevenir un desprendimiento accidental del disco de pulido 10 del cabezal portaherramientas 24. El anillo de

seguridad 60, que ventajosamente está hecho de un material plástico apropiado, está formado por dos anillos parciales 62, 63, como se puede ver claramente en las Figs. 3, 5 y 6, los que por un lado están unidos entre sí de manera pivotable por medio de una bisagra 64 y por el otro lado están enganchados entre sí de manera separable por medio de una unión de conexión rápida 66 con muescas, que en sí es conocida.

5 Para mostrar las posibilidades de movimiento de la herramienta 12 en relación con el cristal para gafas a ser pulido L, en particular en las Figs. 1 y 2 se representan detalles adicionales del husillo de herramienta 28 y su situación de montaje en un dispositivo de pulido. Este husillo de herramienta 28, al igual que el dispositivo de pulido preferente para el uso de la herramienta aquí descrita 12, son el objeto de la solicitud de patente alemana DE 10 2014 015 053 A1 presentada con la misma fecha de solicitud, a la que aquí se hace referencia expresa en lo referente a la construcción más detallada y el funcionamiento del husillo de herramienta 28 y el dispositivo de pulido, con el fin de prevenir repeticiones.

15 En cuanto a las posibilidades de movimiento del cristal para gafas a ser mecanizado L y la herramienta 12, aquí solo se ha de mencionar lo siguiente: Dispuesto de manera opuesta al husillo de herramienta 28 dentro de un espacio de trabajo se encuentra un husillo de herramienta 68, indicado mediante línea intermitente en la Fig. 1, por medio del que el cristal para gafas a ser pulido L puede ser accionado rotativamente alrededor de un eje de giro de pieza de trabajo C mediante una pieza de bloque 69 sujeta en un alojamiento del husillo de pieza de trabajo 68. También el árbol de husillo 26 del husillo de herramienta 28 puede ser accionado rotativamente alrededor de un eje de giro de herramienta A a través de un accionamiento de correa 71 y un servomotor eléctrico 70. El husillo de herramienta 28 comprende adicionalmente una disposición de émbolo-cilindro 72 de accionamiento neumático, por la que la herramienta 12 puede ser movida axialmente a lo largo de un eje de aproximación Z alineado con el eje de giro de la herramienta A. A este respecto, la herramienta 12 puede ser enganchada con el husillo de herramienta 28 en una posición próxima al husillo de herramienta por medio de un dispositivo de enganche 74 (véanse las Figs. 2 a 4).

25 El husillo de herramienta 28 mismo está embridado con el servomotor 70 y el accionamiento de correa 71 en un yugo pivotante 76, que puede pivotar de manera definida alrededor de un eje de ajuste de giro B, que se extiende de manera substancialmente paralela al eje de giro de la pieza de trabajo C. Adicionalmente, el yugo pivotante 76 con el husillo de herramienta 28 y su accionamiento puede moverse axialmente a lo largo de un eje lineal X, en la Fig. 1 de manera perpendicular al plano del dibujo, que está orientado de manera sustancialmente perpendicular tanto en relación con el eje de ajuste de giro B, también con respecto al eje de giro de la pieza de trabajo C.

35 A este respecto, se puede ver que el disco de pulido 10 y el cristal para gafas L pueden ser accionados de manera giratoria, bien sea en el mismo sentido o en sentido contrario, a velocidades iguales o diferentes (ejes de giro A, C). Al mismo tiempo, del disco de pulido 10 puede ser aproximado axialmente en la dirección del cristal para gafas L (eje de aproximación Z). Adicionalmente, los ejes de giro A, C pueden ser angularmente preajustados entre sí o girados dinámicamente (eje de ajuste de giro B), así como desplazados de manera transversal entre sí (eje lineal X). Los diferentes procesos de pulido que se pueden realizar con esta cinemática son bien conocidos por las personas expertas en la materia, por lo que en este espacio no serán descritos con mayor detalle.

40 A continuación, con referencia a la Fig. 7, también se describe adicionalmente la manera cómo se puede dimensionar el disco de pulido 10 arriba descrito.

45 Para esto hay que especificar en primer lugar el alcance de las curvaturas del cristal para gafas que se quiere pulir en la superficie ópticamente activa cc, con  $R_{L\text{máx}}$  como el máximo radio de curvatura en el cristal para gafas L más "plano" a ser mecanizado y  $R_{L\text{mín}}$  como el mínimo radio de curvatura en el cristal para gafas L más fuertemente "curvado" a ser mecanizado, así como el diámetro  $D_L$  de los cristales para gafas L a ser pulidos.

50 Basado en experiencias de los inventores que suscriben la presente solicitud, el diámetro  $D_W$  del disco de pulido 10 debería seleccionarse un poco más pequeño que el diámetro  $D_L$  de los cristales para gafas L a ser pulidos, aunque no demasiado pequeño. Ventajosamente, la relación de diámetro  $D_W/D_L$  debería situarse en el siguiente alcance:

$$\frac{3}{5} \leq \frac{D_W}{D_L} < 1$$

55 De acuerdo con esto, aproximadamente 50 mm serían un diámetro  $D_W$  estándar para el disco de pulido 10. Para diámetros muy pequeños de cristales para gafas de hasta 40 mm, y curvaturas de cristal para gafas muy fuertes, sería apropiado un diámetro  $D_W$  del disco de pulido 10 de aproximadamente 35 mm. Para un mecanizado igualmente posible del cristal para gafas por el lado convexo, en cambio, también se podría prever un diámetro  $D_W$  más grande de aproximadamente 60 mm para el disco de pulido 10.

60 Para el diámetro así seleccionado  $D_W$  del disco de pulido 10 se puede calcular, a partir del alcance de especificado de curvaturas de cristal para gafas, la altura de flecha (más pequeña)  $P_{\text{mín}}$  en el cristal para gafas L "más plano" y la altura de flecha (más grande)  $P_{\text{máx}}$  en el cristal para gafas L "más fuertemente curvado", basándose en las siguientes

relaciones:

$$P_{\min} = R_{L\max} \cdot (1 - \cos\varphi_{\min}) \text{ y } P_{\max} = R_{L\min} \cdot (1 - \cos\varphi_{\max})$$

5 con el ángulo de apertura (más pequeño)  $\varphi_{\min}$  para el diámetro seleccionado  $D_W$  del disco de pulido 10 e el cristal para gafas L “más plano” y el ángulo de apertura (más grande)  $\varphi_{\max}$  para el diámetro seleccionado  $D_W$  del disco de pulido 10 en el cristal para gafas L más fuertemente “curvado”, a partir de las siguientes fórmulas:

$$\varphi_{\min} = \arcsen \frac{D_W}{2R_{L\max}} \quad \text{y} \quad \varphi_{\max} = \arcsen \frac{D_W}{2R_{L\min}}$$

Basándose en las alturas de flecha así obtenidas  $P_{\min}$  y  $P_{\max}$  se puede calcular una altura de flecha media  $P_m$ :

10 
$$P_m = \frac{P_{\min} + P_{\max}}{2}$$

y basándose en esto un radio de curvatura medio  $R_{Lm}$  del cristal para gafas L, al que debe corresponder el radio de curvatura  $R_W$  del disco de pulido 10 en su superficie de mecanizado 19 en el soporte del material de pulido 18:

15 
$$R_{Lm} = \frac{P_m^2 + \frac{D_W^2}{4}}{2P_m} = R_W$$

En principio también sería posible hacer una ponderación del radio de curvatura medio  $R_{Lm}$  del cristal para gafas L y por ende del radio de curvatura  $R_W$  del disco de pulido 10 basada en la frecuencia estadística de las curvaturas del cristal para gafas, o bien determinar el radio de curvatura de un disco de pulido de uso universal tan solo a partir de una distribución estadística de las curvaturas del cristal para gafas, que depende de la respectiva moda. De esta manera, actualmente el valor máximo de una distribución estadística – regionalmente diferente – se sitúa en aproximadamente  $\pm 5$  dioptrías. Por ejemplo, si la tendencia actual a las gafas deportivas fuertemente curvadas se traslada también a las gafas de prescripción, podría ser razonable un “desplazamiento” hacia curvas más cerradas, es decir, una reducción del radio de curvatura  $R_W$  del disco de pulido 10.

25 Adicionalmente se debe calcular el espesor total  $S_S$  de la capa intermedia 16 y los espesores individuales de las capas de material esponjado 20, 22, con  $S_W$  como el espesor de la capa de material esponjado más dura 22, visto respectivamente a lo largo del o paralelamente al eje central M, así como el radio de curvatura  $R_G$  de la superficie frontal 21 del cuerpo de base 14, en lo que se conoce el espesor  $S_p$  del material de pulido (comercialmente disponible) 18.

30 Para el cálculo del espesor se supone que el disco de pulido 10 durante el proceso de pulido bajo de formación de la capa intermedia 16 debe ser capaz de cubrir la altura de flecha media  $P_M$ . En tal sentido, los ensayos realizados por los inventores que suscriben la presente solicitud han demostrado que he para alcanzar resultados de pulido reproducibles, esta “cobertura” debería suceder dentro del alcance de deformación puramente elástico del material esponjado, en lo que el factor 4 fue determinado como un buen valor, es decir, la deformación máxima del material esponjado no debería ser mayor del 25% del espesor total  $S_S$  de la capa intermedia 16, o sea:

40 
$$S_S = P_M \cdot 4 = S_H + S_W$$

Para determinar los espesores individuales  $S_H$ ,  $S_W$  de las capas de material esponjado 20, 22, los inventores han realizado ensayos adicionales para lograr un buen compromiso entre la capacidad de adaptación (principalmente la macrogeometría) y el rendimiento de pulido (microgeometría), en lo que se determinó el siguiente alcance para la relación de espesores  $S_H/S_W$ :

45 
$$\frac{1}{2} \geq \frac{S_H}{S_W} \geq \frac{1}{4}$$

con una relación de espesor preferente de aproximadamente 1 ( $S_H$ ) a 3 ( $S_W$ ).

50 Por último queda el cálculo del radio de curvatura  $R_G$  de la superficie frontal 21 del cuerpo de base 14 por medio de la siguiente sencilla sustracción:

$$R_G = R_W - S_P - S_S$$

5 Para un alcance normal de geometrías a ser pulidas en la fabricación de cristales para gafas de hasta 14 dioptrías, se determinaron así radios de curvatura  $R_G$  de la superficie frontal 21 de entre 35 y 42 mm, con un alcance preferente entre 36 y 40 mm. Con diámetros de herramienta  $D_W$  de 35 a 60 mm, resultaron espesores de capa  $S_S$  de entre 15 y 22 mm.

10 En los ensayos efectuados por los inventores, se probaron adicionalmente diferentes materiales esponjados. A este respecto, en lo referente a la dureza o "suavidad" de los diferentes materiales esponjados, se demostró que, determinado por el caso de una compresión de superficie entera (factor de forma  $q = 6$ ), el módulo  $E$  estático de la capa de material esponjado más blanda 20 ha de ascender a entre 0,25 y 0,45 N/mm<sup>2</sup>, preferentemente debería situarse entre 0,35 y 0,45 N/mm<sup>2</sup>, mientras que el módulo  $E$  estático de la capa de material esponjado más dura 22 ha de ascender a entre 0,40 y 1,50 N/mm<sup>2</sup>, preferentemente debería situarse entre 0,80 y 1,00 N/mm<sup>2</sup>.

15 Por lo demás, también se obtuvieron buenas experiencias – también en lo referente a los tiempos de duración – con materiales esponjados hechos de elastómeros de poliéter-uretano, en particular con un material esponjado de elastómero de poliéter-uretano parcialmente de poros abiertos para la capa de material esponjado más blanda 20, como el que puede obtenerse comercialmente, por ejemplo, de la empresa Getzner Werkstoffe GmbH, Bürs, Austria, bajo el nombre comercial "Sylomer® SR28" o "Sylomer® SR42", así como un material esponjado de elastómero de poliéter-uretano de alveolos cerrados para la capa de material esponjado más dura 22, tal como el que puede obtenerse comercialmente, por ejemplo, de la empresa Getzner bajo el nombre comercial "Sylodyn® NC".

25 En el soporte del material de pulido 18, que conforma el componente de herramienta activo en el mecanizado, también denominado como "hoja de pulido" o "almohadilla de pulido", se puede tratar de un soporte de material de pulido o de rectificado fino comercialmente disponible, elástico y resistente a la abrasión, tal como, por ejemplo, una hoja de PUR (poliuretano), que presenta un espesor de 0,5 a 1,4 mm y una dureza de entre 12 y 45 según Shore D. A este respecto, el soporte del material de pulido 18 tiene una configuración más bien gruesa, en caso en que por medio del disco de pulido 10 se quiera efectuar un pulido previo, mientras que su espesor sería más delgado en el caso de un pulido fino. También se pueden usar fieltros de pulido o materiales esponjados tratados con calor y presión con o sin material de soporte como soporte del material de pulido 18, como se pueden obtener, por ejemplo, de la empresa Delamare, Mantes La Jolie, Francia. En este contexto cabe mencionar también que el lado superior orientado hacia el soporte del material de pulido 18 de la capa de material esponjado más dura 22 puede estar provisto con una "piel de fundición" final, condicionada por razones tecnológicas de la fabricación (capa de separación hacia el molde de fundición; no representado), aunque esto no necesariamente tiene que ser así, y que dota a la capa intermedia 16 con una rigidez adicional en el exterior; dado el caso, una "piel de fundición" de este tipo incluso puede conformar el soporte del material de pulido 18 propiamente dicho.

35 El cuerpo de base 14 del disco de pulido 10 preferiblemente está hecho de un material plástico, por ejemplo, un material ABS (acrilonitrilo-butadieno-estírol-polimerizado), por ejemplo, el material "Terluran® GP 35" de la empresa BASF SE, Ludwigshafen, Alemania, mediante un proceso de fundición inyectada.

45 Para la sujeción entre sí de los diferentes componentes del disco de pulido 10 (cuerpo de base 14, capa de material esponjado más blanda 20, capa de material esponjado más dura 22, soporte de material de pulido 18) se considera apropiado un material adhesivo comercialmente disponible de la marca "Pattex®" de la empresa Henkel AG & Co. KGaA, Düsseldorf, Alemania. En particular, sin embargo, el soporte del material de pulido 18 también puede estar unido de cualquier otra manera más o menos permanente con la capa intermedia 16, por ejemplo, por vulcanizado o por una adhesión tipo VELCRO. En todo caso, la unión entre los distintos componentes del disco de pulido 10 debe ser tan firme que en todo momento esté asegurado un arrastre de movimiento de los componentes entre sí durante el mecanizado, en particular un arrastre rotativo.

50 Un disco de pulido para una herramienta empleada para el mecanizado fino de superficies ópticamente activas en cristales para gafas tiene un cuerpo de base que presenta un eje central, en el que se encuentra fijada una capa intermedia relativamente más blanda en comparación con el cuerpo de base, hecho de un material elástico, sobre la que reposa un soporte de material de pulido. La capa intermedia presenta dos zonas de diferente dureza, que están dispuestas sucesivamente en la dirección del eje central del cuerpo de base. A este respecto, la zona que limita con el cuerpo de base de la capa intermedia es más blanda que la zona de la capa intermedia sobre la que reposa el soporte del medio de pulido. El disco de pulido de construcción sencilla puede cubrir así un amplio alcance de curvaturas de cristales para gafas, lo que en particular permite alcanzar una elevada productividad en la fabricación de fórmulas de prescripción.

#### 60 Lista de caracteres de referencia

10	Disco de pulido
12	Herramienta
65 14	Cuerpo de base

	16	Capa intermedia
	18	Soporte del material de pulido
	19	Superficie de mecanizado
	20	Capa de material esponjado más blanda
5	21	Superficie frontal
	22	Capa de material esponjado más dura
	23	Material adhesivo
	24	Cabezal portaherramientas
	25	Placa de alojamiento
10	26	Árbol de husillo
	28	Husillo de herramienta
	29	Estructuras complementarias
	30	Superficie de pared
	31	Superficie de base
15	32	Espacio interior
	33	Talón de alojamiento
	34	Elementos de arrastre
	35	Elementos de arrastre contrarios
	36	Ranura anular
20	37	Anillo de retención
	38	Ranura contraria
	40	Articulación esférica
	42	Rótula esférica
	44	Cabeza esférica
25	46	Espiga esférica
	48	Agujero de alojamiento
	50	Pasador transversal
	52	Escotadura
	54	Brida de apoyo
30	56	Elemento anular elástico
	58	Collar
	59	Collar
	60	Anillo de seguridad
	62	Semianillo
35	63	Semianillo
	64	Bisagra
	66	Unión de conexión rápida
	68	Husillo de pieza de trabajo
	69	Pieza de bloque
40	70	Servomotor
	71	Accionamiento de correa
	72	Disposición de émbolo-cilindro
	74	Dispositivo de enganche
	76	Yugo pivotante
45	A	Eje de giro de herramienta
	B	Eje de ajuste de giro
	C	Eje de giro de pieza de trabajo
	cc	Segunda superficie ópticamente activa
50	cx	Primera superficie ópticamente activa
	D <sub>L</sub>	Diámetro del cristal para gafas
	D <sub>W</sub>	Diámetro del disco de pulido
	L	Cristal para gafas
	M	Eje central del cuerpo de base
55	P <sub>máx</sub>	Altura de flecha máxima
	P <sub>m</sub>	Altura de flecha media
	P <sub>mín</sub>	Altura de flecha mínima
	R <sub>G</sub>	Radio de curvatura de la superficie frontal del cuerpo de base
	R <sub>Lmáx</sub>	Radio de curvatura máximo del cristal para gafas
60	R <sub>Lm</sub>	Radio de curvatura medio del cristal para gafas
	R <sub>Lmín</sub>	Radio de curvatura mínimo del cristal para gafas
	R <sub>W</sub>	Radio de curvatura del disco de pulido
	S <sub>H</sub>	Espesor de la capa de material esponjado más dura
	S <sub>P</sub>	Espesor del soporte de material de pulido
65	S <sub>S</sub>	Espesor total de la capa intermedia
	S <sub>W</sub>	Espesor de la capa de material esponjado más blanda

	X	Eje lineal
	Z	Eje de aproximación
5	$\varphi_{\text{máx}}$	Ángulo de apertura máximo
	$\varphi_{\text{mín}}$	Ángulo de apertura mínimo

## REIVINDICACIONES

1. Disco de pulido (10) para una herramienta (12) para el mecanizado fino de superficies ópticamente activas (cc, cx) en cristales para gafas (L), con un cuerpo de base (14) que presenta un eje central (M), en el que se encuentra fijada una capa intermedia (16) de un material elástico, más blanda en comparación con el cuerpo de base (14), sobre la que reposa un soporte de material de pulido (18), **caracterizado por que** la capa intermedia (16) presenta por lo menos dos zonas de diferente dureza, que se encuentran dispuestas sucesivamente en dirección del eje central (M) y están configuradas por capas de material esponjado (20, 22) distintas entre sí, en donde la capa de material esponjado (20) que limita con el cuerpo de base (14) es más blanda que la capa de material esponjado (22) sobre la que reposa el soporte de material de pulido (18), y ascendiendo el módulo E estático, determinado en el caso de una compresión de superficie completa, de la capa de material esponjado más dura (22) a entre 0,40 y 1,50 N/mm<sup>2</sup>, mientras que el módulo E estático de la capa de material esponjado más blanda (20) se encuentra entre 0,25 y 0,45 N/mm<sup>2</sup>.
2. Disco de pulido (10) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que**, determinado para el caso de una compresión de superficie completa, el módulo E estático de la capa de material esponjado más dura (22) asciende a entre 0,80 y 1,00 N/mm<sup>2</sup>.
3. Disco de pulido (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que**, determinado para el caso de una compresión de superficie completa, el módulo E estático de la capa de material esponjado más blanda (20) se encuentra entre 0,35 y 0,45 N/mm<sup>2</sup>.
4. Disco de pulido (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las capas de material esponjado (20, 22) diferentes entre sí están pegadas entre sí.
5. Disco de pulido (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la relación del espesor ( $S_H$ ) sustancialmente constante de la capa de material esponjado más dura (22) con respecto al espesor ( $S_W$ ) sustancialmente constante de la capa de material esponjado más blanda (20) se sitúa entre 1 a 2 y 1 a 4, preferentemente en aproximadamente 1 a 3, midiéndose los espesores ( $S_H$ ,  $S_W$ ) a lo largo del o paralelamente al eje central (M).
6. Disco de pulido (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa de material esponjado más blanda (20) está hecha de un elastómero de poliéter-uretano por lo menos parcialmente de poros abiertos, mientras que la capa de material esponjado más dura (22) está hecha de un elastómero de poliéter-uretano de alveolos cerrados.
7. Disco de pulido (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cuerpo de base (14) presenta una superficie frontal (21) sustancialmente esférica, orientada hacia la capa intermedia (16), en la que se encuentra fijada la capa intermedia (16), en particular firmemente pegada, presentando la superficie frontal (21) un radio de curvatura ( $R_G$ ) situado entre 35 y 42 mm, preferentemente entre 36 y 40 mm.
8. Disco de pulido (10) de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** el cuerpo de base (14) en la zona de su superficie frontal (21) presenta un diámetro de entre 35 y 60 mm, ascendiendo el espesor ( $S_S$ ) sustancialmente constante de la capa intermedia (16), medida a lo largo del o paralelamente al eje central (M), a entre 15 y 22 mm.
9. Disco de pulido (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el soporte del material de pulido (18) en la dirección radial, referida al eje central (M), sobresale en todos los lados por encima de la capa intermedia (16).
10. Herramienta (12) para el mecanizado fino de superficies ópticamente activas (cc, cx) en cristales para gafas (L), con un cabezal portaherramientas (24) sujetable con capacidad de arrastre axial y rotativo en un árbol de husillo (26) de un husillo de herramienta (28), **caracterizada por que** un disco de pulido (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores está sujeto de manera sustituible en el cabezal portaherramientas (24), para lo que el cuerpo de base (14) del disco de pulido (10) y el cabezal portaherramientas (24) están provistos de estructuras complementarias (29) para el enganche axial y el arrastre rotativo del disco de pulido (10) con el cabezal portaherramientas (24).
11. Herramienta (12) de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada por que** el cabezal portaherramientas (24) presenta una articulación esférica (40), con una cabeza esférica (44) alojada en una rótula esférica (42), que está formada en una espiga esférica (46) sujetable en el árbol de husillo (26) del husillo de herramienta (28), mientras que la rótula esférica (42) está formada en una placa de alojamiento (25), con la que se puede enganchar el disco de pulido (10).
12. Herramienta (12) de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada por que** la cabeza esférica (44) presenta un agujero de alojamiento (48) para un pasador transversal (50) que se extiende a través de la cabeza esférica (44)

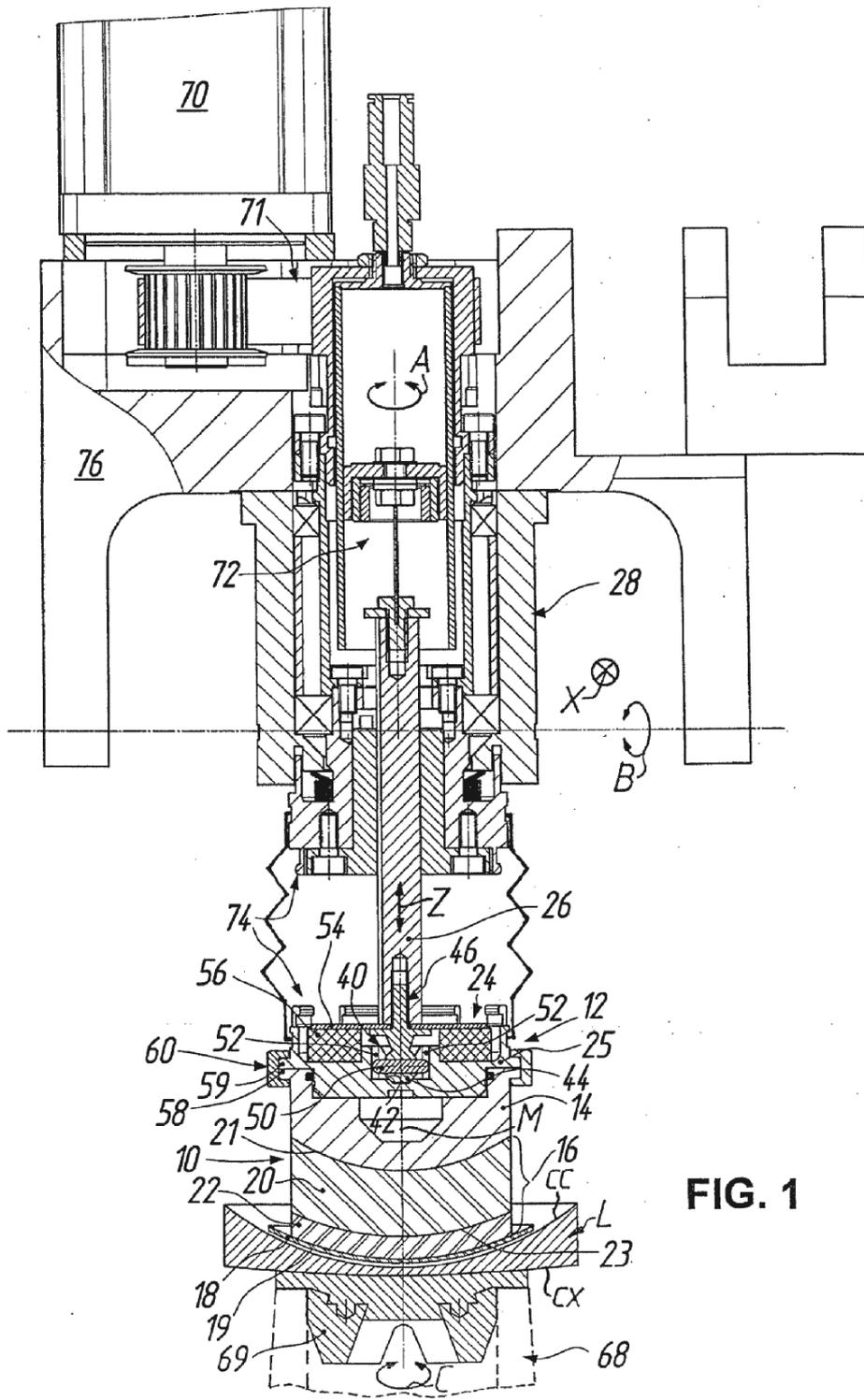
y encaja en ambos lados de la cabeza esférica (44) con escotaduras (52) asignadas en la rótula esférica (42), con el fin de unir la placa de alojamiento (25) con capacidad de arrastre rotativo a la espiga esférica (46).

5 13. Herramienta (12) de acuerdo con las reivindicaciones 11 o 12, **caracterizada por que** la placa de alojamiento (25) se apoya con elasticidad por medio de un elemento anular (56) elástico en una brida de apoyo (54) en el lado de la espiga esférica, de tal manera que el disco de pulido (10) enganchado con la placa de alojamiento (25) presenta la tendencia de alinearse con su eje central (M) con la espiga esférica (46) y por ende con el árbol de husillo (26) del husillo de herramienta (28).

10 14. Herramienta (12) de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizada por que** el cuerpo de base (14) del disco de pulido (10) y el cabezal portaherramientas (24) están provistos cada uno de ellos de un collar (58, 59) radialmente sobresaliente, en donde los collares (58, 59) en el estado montado en el cabezal portaherramientas (24) del disco de pulido (10) se encuentran dispuestos de manera mutuamente opuesta y se solapan en arrastre de forma por medio de un anillo de seguridad (60) con una sección transversal sustancialmente en forma de U.

15 15. Herramienta (12) de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizada por que** el anillo de seguridad (60) está formado por dos semianillos (62, 63), que por un lado están unidos de manera pivotante entre sí por medio de una bisagra (64) y por el otro lado están enganchados de manera separable entre sí por medio de una unión de conexión rápida (66).

20



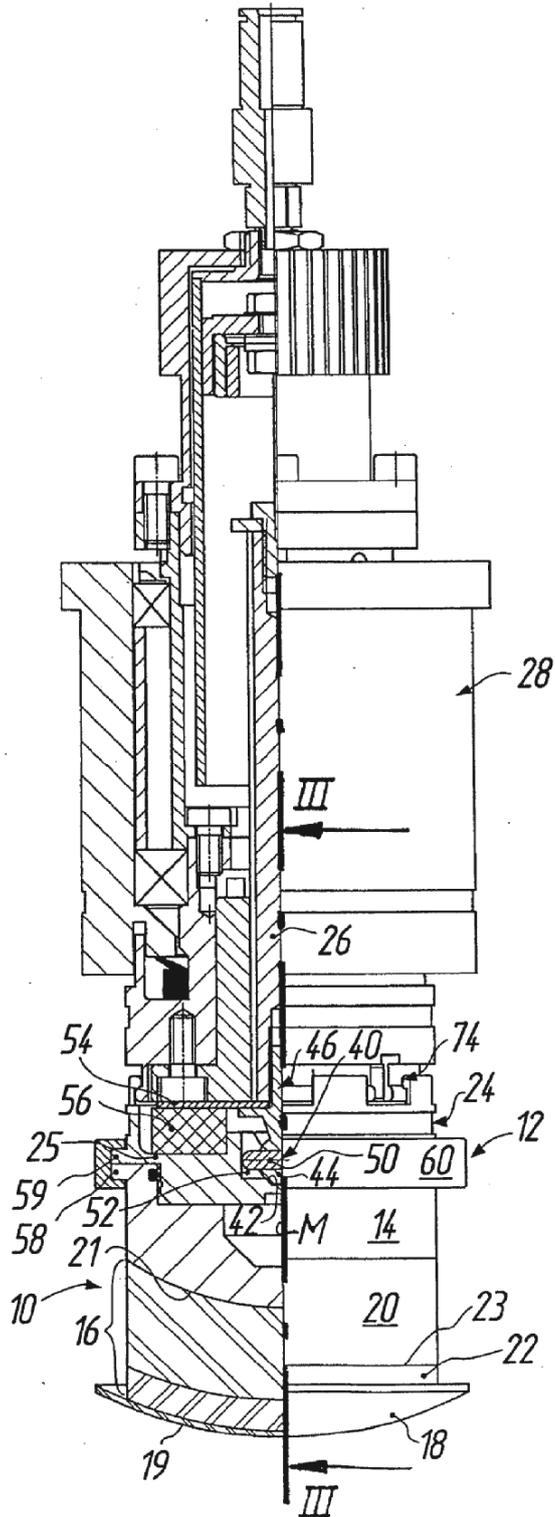


FIG. 2



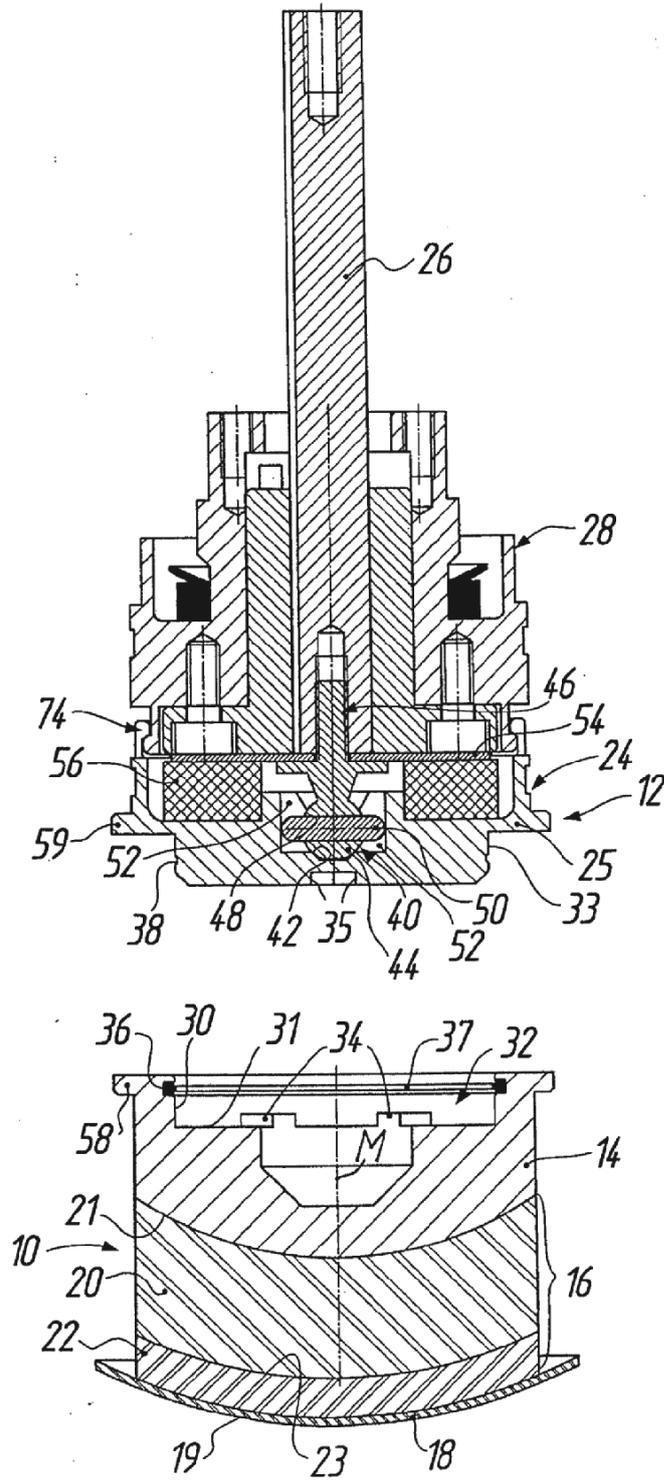


FIG. 4

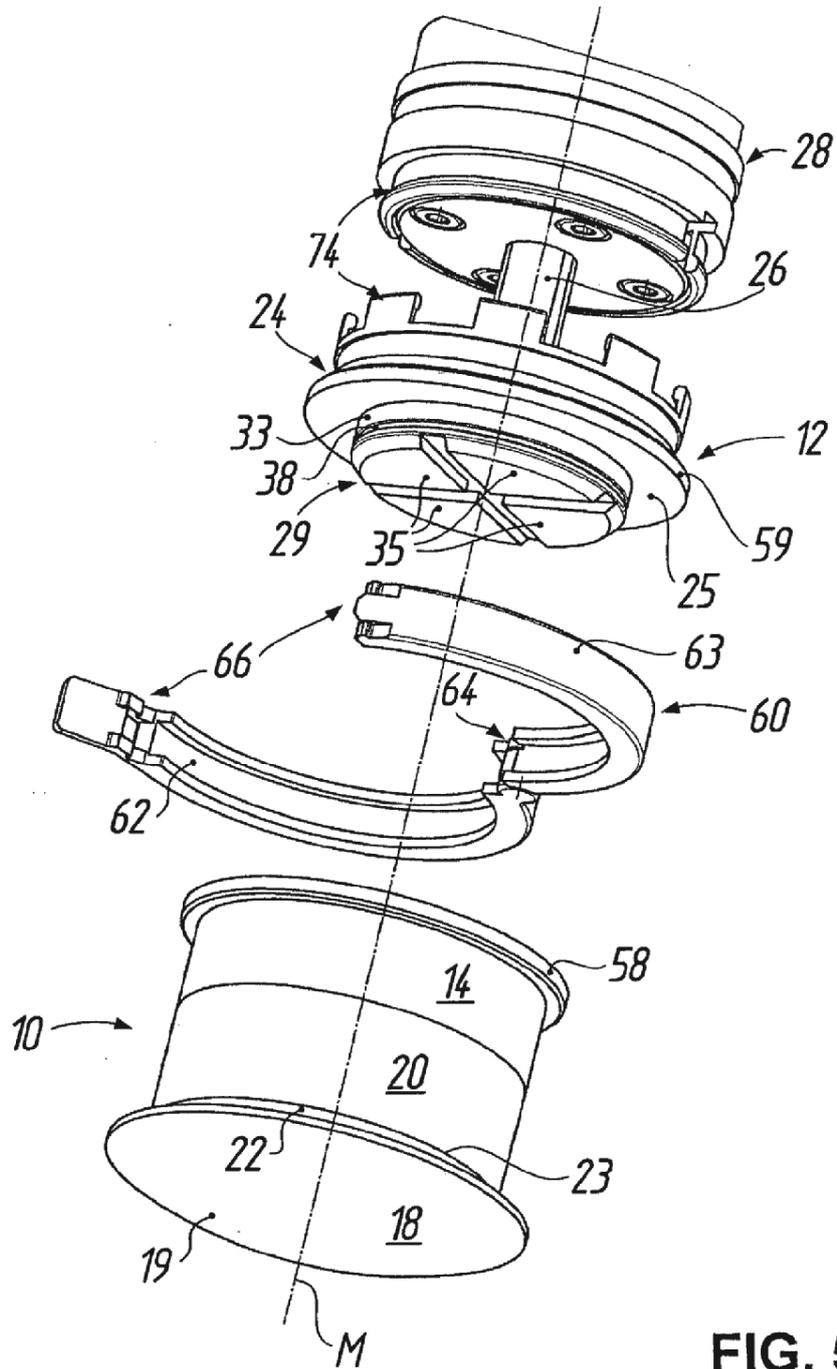


FIG. 5

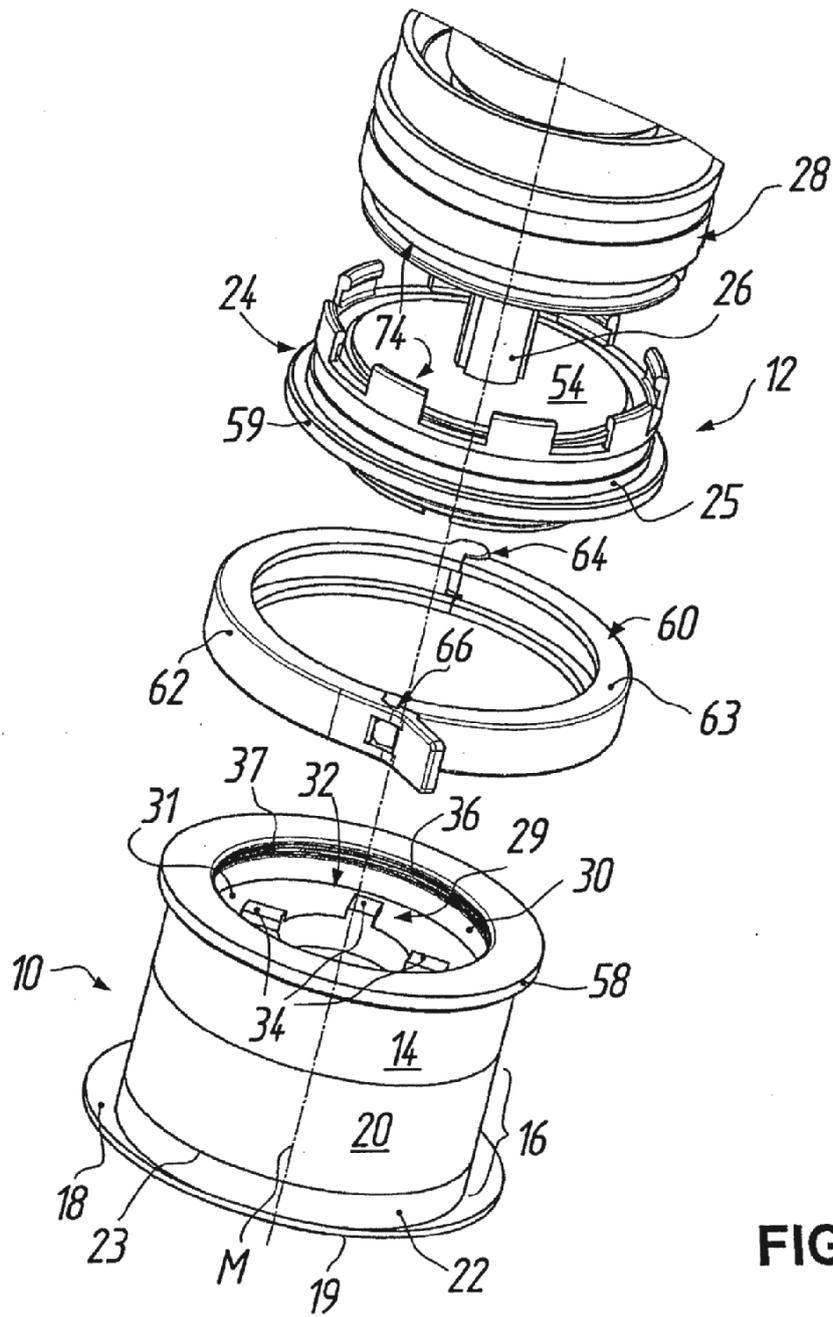


FIG. 6

