

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 849**

51 Int. Cl.:

G02C 7/02 (2006.01)

G02C 7/06 (2006.01)

B29D 11/00 (2006.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

G02B 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2017** **E 18214855 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020** **EP 3499297**

54 Título: **Lente de gafas y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

19.07.2016 EP 16180167

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

09.03.2021

73 Titular/es:

CARL ZEISS VISION INTERNATIONAL GMBH
(100.0%)

Turnstrasse 27
73430 Aalen, DE

72 Inventor/es:

MAPPES, TIMO;
HORNAUER, MATTHIAS;
MICHELS, GEORG y
GLÖGE, THOMAS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 810 849 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

Lente de gafas y procedimiento para su fabricación

La invención se refiere a lentes de gafas según el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 Por el estado de la técnica se conocen lentes de gafas en muchas variantes. Hay lentes de gafas sin un efecto dióptrico nominal y lentes de gafas correctivas, es decir, lentes de gafas con un efecto dióptrico. Efecto dióptrico es el término genérico para el efecto de enfoque y prismático de una lente de gafas.

- En el caso de las lentes correctivas se distingue entre lentes de gafas de visión única y lentes de gafas multifocales. Una lente de gafas de visión única es una lente de gafas que, desde un punto de vista constructivo, sólo presenta un efecto dióptrico. Una lente multifocal es una lente de gafas cuya construcción incluye dos o más piezas visiblemente diferentes con distintos efectos de enfoque. De particular importancia son las lentes de gafas de doble visión o bifocales, concretamente las lentes de gafas multifocales de dos piezas, normalmente para la visión de lejos y de cerca, así como las lentes de gafas progresivas, concretamente las lentes de gafas con al menos una superficie progresiva y un efecto creciente (positivo) si el usuario de las gafas mira hacia abajo. Menos frecuente son las lentes de gafas degresivas, es decir, las que tienen al menos una superficie progresiva y un efecto decreciente (es decir, un debilitamiento del efecto) cuando el usuario de las gafas mira hacia abajo.

- La forma que la lente de gafas debe tener para lograr la corrección óptica deseada está en gran parte determinada por su material. En este caso, el parámetro más importante aquí es el índice de refracción del material. Mientras que en el pasado las lentes de gafas se fabricaban principalmente a partir de lentes minerales, especialmente lentes sin plomo (número de Abbe > 55) y de lentes de roca (número de Abbe < 50), en la actualidad las lentes de gafas están disponibles en una variedad de materiales orgánicos. Los materiales base de este tipo para las lentes de gafas orgánicas se pueden adquirir bajo los nombres comerciales CR 39, MR 8, MR 7, CR 330, así como MR 174. En el documento EP 2692941 A1 también se puede encontrar una selección de estos materiales base. Constantemente se están probando y desarrollando otros materiales para su adecuación a las lentes de gafas orgánicas. La siguiente

Tabla 1: Materiales base para la fabricación de lentes de gafas

Nombre comercial	Material base	Índice de refracción medio n_e	Número de Abbe v_e
CR 39 CR 330 CR 607 CR 630	Carbonato de alil diglicol	1.500	56
Trivex	Poliurea/Poliuretano	1.530	45
PC	Polycarbonato	1.590	29
MR 6	Politiuretano	1.598	
MR 8	Politiuretano	1.598	41
MR 7	Politiuretano	1.664	32
MR 10	Politiuretano	1.666	32
MR 174	Poliepisulfuro	1.738	32
	Mineral 1.5	1.525	58
	Mineral 1.6	1.604	44

- Actualmente, un gran número de productos semiacabados orgánicos de lentes de gafas o de productos acabados orgánicos de lentes de gafas con superficies frontales esféricas, esféricas de simetría rotativa o progresivas se funden en una producción en masa en moldes originales con piezas de molde de superficies delanteras y traseras que están separadas unas de otras formando una cavidad por medio de un anillo obturador, como se describe, por ejemplo, en los documentos DE 30 07 572 C2, US 6,103,148 A o JP 2008 191186 A. Esto se aplica a los materiales base con los nombres comerciales MR 7, MR 8, MR 10, así como CR 39, CR 607, CR 630 y otros. En el caso de los materiales base con los nombres comerciales MR 7, MR 8 y MR 10 se trata de politiuretanos distribuidos por la empresa Mitsui Chemicals. Aquí, la abreviatura "MR" se refiere a Mitsui Resin. CR 39 o Columbia Resin 39 es la marca elegida por la empresa Pittsburgh Plate Glass Industries (PPG Industries), con la que se vende el material polidietilenglicol bisalilcarbonato o polialildiglicol carbonato (abreviatura: PADCO). En este caso se trata de un material polimérico duroplástico. CR 607 y CR 630 también provienen de la compañía PPG.

Los productos semiacabados o los productos acabados para lentes de gafas de policarbonato se producen generalmente en moldes metálicos mediante moldeo por inyección. Este procedimiento de fabricación se describe, por ejemplo, en el documento EP 0955147 A1. Por un producto semiacabado se entiende una pieza bruta de lente de gafas con una superficie acabada, cuya forma ya no se modifica más en los posteriores pasos de producción. Por regla general, la superficie opuesta de un producto semiacabado obtiene su forma final mediante un procedimiento de eliminación de material. Un producto acabado es una pieza bruta de lente de gafas en la que ambas superficies ya han adquirido su forma definitiva.

Las lentes de gafas minerales se producen regularmente mediante un tratamiento mecanizado mecánicamente abrasivo de una pieza bruta.

Los productos semiacabados o acabados antes descritos suelen someterse a uno o varios procesos de mejora. Las capas funcionales se aplican especialmente por uno o ambos lados. Las capas funcionales de este tipo son capas que proporcionan a las lentes de gafas unas propiedades predeterminadas y ventajosas para el usuario de las gafas que las lentes de gafas no tendrían debido a las propiedades del material base o del material de soporte al que se le aplican, en su caso, las capas funcionales, y debido a la conformación. Además de las propiedades ópticas como, por ejemplo, la anulación del reflejo, la vaporización de aluminio, la polarización de la luz, la coloración, la autocoloración, etc., las propiedades ventajosas como éstas son también las propiedades mecánicas como el endurecimiento, la reducción de la adherencia de la suciedad o el empañamiento, etc., y/o las propiedades eléctricas como el blindaje contra la radiación electromagnética, la conducción de la corriente eléctrica, etc., y/u otras propiedades físicas o químicas. En los documentos WO 10/109154 A1, WO 01/55752 A1 y DE 10 2008 041 869 A1, por ejemplo, se pueden ver ejemplos de revestimientos funcionales.

Las lentes de gafas con prescripción de orden específico, es decir, especialmente las lentes monofocales y multifocales individualizadas, cuyas propiedades ópticas no están, al menos en parte, normalizadas de manera que se puedan seleccionar con anterioridad, sino que se calculan y fabrican individualmente en relación con sus dimensiones y/o su disposición en la lente de gafas de forma adaptada al usuario, y en particular las lentes de variación continua o lentes progresivas adquieren su forma final mediante procedimientos mecánicos, especialmente deformantes y/o abrasivos. En este caso, las formas exteriores pueden configurarse redondas, ovaladas o de manera aleatoria, las así llamadas formas libres.

En la actualidad, las lentes de gafas de alta calidad con un efecto dióptrico adaptado individualmente se fabrican en una planta de producción de prescripciones especialmente diseñada con este fin, una así llamada Rx-Lab (Rx es la abreviatura de prescripción), por medio de métodos de producción sustractivos de productos semiacabados (abreviado HF). El producto acabado se define mediante dos superficies ópticas que tienen diferentes distancias entre sí en función de la graduación o del efecto dióptrico, del material y del sistema de regulación. Las dos superficies ópticas son continuas como consecuencia del procedimiento de fabricación de forma libre utilizado en general. Las excepciones a esta regla, las superficies de visión cercana integradas en las lentes bifocales y trifocales, ya deben aplicarse en las lentes de plástico por el lado delantero durante el proceso de fundición. También hay lentes de gafas correspondientes con superficies de visión cercana moldeadas de manera que se separen por el lado trasero.

En el caso de las lentes de gafas actuales con varias graduaciones o efectos dióptricos, concretamente las lentes bifocales, las lentes trifocales y las lentes multifocales, especialmente en el caso de las lentes progresivas, los campos de visión cercana y de visión lejana están separados en el espacio. Esto resulta especialmente molesto cuando el usuario de las gafas quiere ver en el campo de visión cercana, pero por arriba delante de la cabeza, o en el campo de visión lejana a través de la parte inferior de las gafas.

El mercado actual de monturas de gafas depende en gran medida, con respecto a la libertad de diseño, de las formas y de los tamaños de las lentes de gafas que sus fabricantes pueden suministrar. Aquí son decisivos sobre todo el diámetro y el grosor de los productos semiacabados que determinan si una lente de gafas puede seguir fabricándose, ya que ésta encaja o no en el producto semiacabado. En este caso, las limitaciones de la producción en masa convencional pueden ampliarse considerablemente si se prescinde de la fundición de los productos semiacabados en piezas de molde preestablecidas.

En las lentes de gafas fabricadas actualmente en masa, el índice de refracción es uniforme y constante independientemente de la ubicación, de manera que, en caso de correcciones fuertes, el grosor de la lente de gafas aumente significativamente hacia el borde (en caso de miopía o mala visión de lejos) o hacia el centro (en caso de hipermetropía o mala visión de cerca). Esto resulta estéticamente poco atractivo, en particular en el primer caso, ya que el grosor grande del borde llama mucho la atención.

Las propiedades inherentes indicadas a continuación de las lentes de gafas producidas en masa, que están presentes incluso en productos de alta calidad, se consideran perjudiciales:

1. la separación espacial macroscópica del campo de visión cercana y el campo de visión lejana,
2. las distorsiones astigmáticas hacia el borde que se producen inevitablemente durante la transición progresiva del campo de visión lejana al campo de visión cercana en las lentes progresivas según el teorema de Minkwitz,
3. las superficies ópticas discontinuas que sólo pueden realizarse con un esfuerzo considerable y/o las superficies ópticas diferenciables de forma discontinua,

4. el canto visible estéticamente poco atractivo entre la lente base y el segmento en las lentes multifocales no progresivas como, por ejemplo, las lentes bifocales o trifocales,

5. el grosor grande visible del borde poco estético de las lentes de gafas con un fuerte efecto dióptrico; especialmente, los altos valores prismáticos dan lugar a un borde grueso de la lente de gafas en las personas miopes,

6. la limitación en la capacidad de fabricación de gafas de corrección en el caso de especificaciones de forma para la superficie delantera de la lente de gafas y/o la montura de gafas que se perciben como estéticas; las lentes de gafas actuales están muy limitadas en cuanto a su forma exterior por el tipo de fabricación y la forma de las monturas, lo que conlleva una reducida libertad de diseño. En el marco de las restricciones actualmente existentes, los productos como Nike Vaporwing Elite prácticamente no pueden fabricarse con una graduación óptica, sino que sólo pueden producirse como gafas de sol de 0 dpt.

Por el estado de la técnica se conocen distintos enfoques para mejorar las lentes de gafas con respecto a las propiedades antes citadas percibidas como perturbadoras. En este sentido se sabe especialmente que en particular los así llamados fabricantes digitales ofrecen posibilidades de fabricación para casi todas las estructuras que con los procedimientos abrasivos clásicos no se pueden realizar o que se pueden realizar sólo con dificultad. Dentro de la clase de máquinas de fabricantes digitales, las impresoras 3D representan la subclase más importante de los fabricantes aditivos, es decir, los fabricantes acumulativos constructivos. Las técnicas más importantes de impresión en 3D son la fusión por láser selectiva (SLM) y la fusión por haz electrónico para metales y la sinterización por láser selectiva (SLS) para polímeros, cerámicas y metales, la estereolitografía (SLA) y el procesamiento digital de luz para resinas sintéticas líquidas y el modelado de chorro múltiple o Polyjet (por ejemplo, la impresión por chorro de tinta), así como el modelado de deposición fundida (FDM) para plásticos y resinas parcialmente sintéticas. A continuación, se describen algunos enfoques en los que, con la ayuda de métodos aditivos, se generan ópticas de transmisión.

Partiendo de una referencia a las lentes de gafas, en las que algunas zonas parciales presentan diferentes efectos refractivos, el documento DE 10 2009 008 997 A1 propone estructuras de conducción de luz compuestas por una pluralidad de elementos miniaturizados. Cada elemento se compone de una pluralidad de gotas de un material transparente o translúcido, depositadas en un sustrato con una superficie límite plana y cuya curvatura aproximadamente semiesférica sobresale del sustrato. Las gotas presentan diferentes diámetros, por lo que cada elemento, con la pluralidad de gotas, forma un prisma parcial miniaturizado o una lente parcial u otra óptica determinada. En el documento también se puede ver un procedimiento para la fabricación de estructuras de conducción de luz en un sustrato translúcido o transparente. La tinta transparente o translúcida se aplica en forma de gotas al sustrato mediante impresión por chorro de tinta. En este caso se aplican gotas de tamaño igual y desigual para la generación de elementos miniaturizados de conducción de luz, aplicándose varios elementos de este tipo unos al lado de otros que juntos forman la estructura de conducción de luz como un prisma o una lente.

En el documento WO 2010/091888 A1 también se describen un elemento óptico, en el que, con la ayuda de un procedimiento de impresión en 3D, en concreto, con una impresora de chorro de tinta a demanda "Drop on Demand" (impresora de chorro de tinta DOD), se aplican a un sustrato transparente unas estructuras conductoras de luz y especialmente un prisma óptico, así como un procedimiento para su fabricación. Aquí también se indica que en el documento DE 10 2005 039 113 A1 ya se describe la aplicación de microlentes cilíndricas a un sustrato con la ayuda de un procedimiento de impresión de microchorro. El documento WO 2014/108364 A1 propone, como material de impresión para la fabricación de elementos ópticos, por ejemplo, la silicona, una mezcla de silicona y acrílico y una silicona catiónica termoendurecible ultravioleta modificada con epoxi.

El documento EP 2 878 989 A1 propone fabricar, a partir de una lente de visión única, una lente progresiva con la ayuda de un procedimiento de impresión 3D.

El documento WO 2015/014381 A1 describe el uso de procesos de fabricación aditivos como, por ejemplo, la estereolitografía (SLA), la impresión por chorro de tinta, el sinterizado selectivo por láser (SLS), la fusión selectiva por láser (SLM) o el modelado de deposición fundida (FDM) para la fabricación de lentes oftálmicas transparentes. El documento describe la fabricación de lentes de este tipo mediante la yuxtaposición de elementos de volumen (vóxeles) que forman una cuadrícula tridimensional con una extensión de entre 0,1 μm y 500 μm en una dirección en una disposición predeterminada que puede definirse, por ejemplo, en un archivo CAD (Computer Aided Design - Diseño Asistido por Ordenador). Cada elemento de volumen (vóxel) consiste en una composición con al menos un polímero o un prepolímero o un monómero. Entre los elementos de volumen (vóxeles) se establece respectivamente una conectividad mediante la configuración de una unión química o mecánica. Como polímeros adecuados, el documento propone poliolefinas como, por ejemplo, los polímeros de cicloolefina, los poliácridatos como, por ejemplo, polimetil(meta)acrilatos, poli(meta)acrilatos, polietil(meta)acrilatos, polibutil(meta)acrilatos, poliisobutil(meta)acrilatos, poliésteres, poliamidas, polisiloxanos, poliimidas, poliuretanos, poliuretanos, policarbonatos, polialilios, polisulfuros, polivinilos, poliarilenos, polióxidos y polisulfonas, y sus mezclas. En el documento se indican como monómeros o prepolímeros adecuados las olefinas, los acrilos, los epóxidos, los ácidos orgánicos, los ácidos carboxílicos, los estirenos, los isocianatos, el alcohol, los norbornenos, los tioles, las aminas, las amidas, los anhídridos, los alilos, las siliconas, los ésteres de vinilo, los éteres de vinilo, los haluros de vinilo y los episulfuros. Los monómeros o prepolímeros se pueden endurecer térmicamente o de forma inducida por radiación. Para el endurecimiento inducido por radiación se pueden utilizar fotoiniciadores y, en su caso, co-fotoiniciadores.

- H.-J. Trost y otros, Proc. 2001 Ann. Mtg. ASPE, 10-15 de noviembre de 2001 (ASPE, Raleigh, Carolina del Norte 2001) págs. 533-536, proponen, por ejemplo, la fabricación de lentes de gafas con gradientes de índice de refracción, las así llamadas lentes de gafas GRIN (GRIN = gradient index of refraction - índice de gradiente de refracción) con la ayuda de la tecnología Drop-On-Demand (DOD). En el caso de esta tecnología se trata de un procedimiento de impresión por chorro de tinta en el que se aplican gotas de tinta a través de una boquilla. La variación deseada del índice de refracción se logra mediante el uso de diferentes materiales de tinta ópticos. Después de la impresión, el material de tinta óptico aplicado se endurece térmicamente o mediante luz ultravioleta. El documento muestra la posibilidad de fabricar lentes con gradientes de índice de refracción radiales y/o axiales.
- El documento WO 2015/102938 A1 también describe la fabricación de lentes a partir de elementos de volumen (vóxeles) con la ayuda de un procedimiento de impresión en 3D. En este caso se apilan capas de diferentes materiales dieléctricos, generándose así ópticas GRIN.
- El documento WO 2014/179780 A1 describe además la fabricación de ópticas GRIN por medio de la impresión en 3D para la generación de estructuras ópticas GRIN de baja dispersión. El gradiente del índice de refracción se genera variando la concentración de nanopartículas en la matriz orgánica. Los posibles materiales para estas nanopartículas son ZnS, ZrO₂, ZnO, BeO, AlN, TiO₂, SiO₂. Según la especificación del documento, la matriz orgánica se puede componer, por ejemplo, de diacrilato de di(etilenglicol), diacrilato de neopentil glicol, diacrilato de hexanodiol, resina epoxídica de bisfenol-A- Novolak (SU8), metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA), poliácrlato, polimetacrilato, polimetilmetacrilato (PMMA), estireno y poli[(2,3,4,4,5,5-hexafluorotetrahidrofurano-2,3-diilo)(1,1,2,2-tetrafluoroetileno)] (CYTOP).
- A pesar de que es posible fabricar lentes de gafas con diferentes métodos que tienen en cuenta la percepción estética de muchas personas, todavía existe una necesidad de mejora.
- El documento JP 2004 157487 A describe una lente bifocal que se compone de una serie de conjuntos de microlentes. Cada uno de los conjuntos de microlentes tiene un enfoque fijo o un índice de refracción fijo. Con la ayuda de un dispositivo de cristal líquido se puede conmutar entre los grupos de microlentes.
- El documento JP 2003 029216 A describe unas gafas de lectura. Las superficies traseras de las lentes de gafas de estas gafas de lectura presentan variaciones de curvatura locales en el campo de visión cercana y, en su caso, en una zona intermedia entre el campo de visión cercana y el campo de visión lejana. Hay grupos intercalados unos entre otros de segmentos de superficie trasera hexagonal de curvatura similar. Cada uno de los grupos proporciona una longitud de enfoque diferente.
- El documento JP H05 313 107 A describe una lente de contacto fabricada a partir de una varilla que se compone de un haz de fibras. Hay varios grupos de fibras. Todas las fibras de un grupo tienen el mismo índice de refracción. Las fibras de los diferentes grupos se diferencian en el índice de refracción. De cada fibra resulta una microlente en la lente de contacto acabada. Debido al procedimiento de fabricación, la lente de contacto se compone de varios grupos de microlentes intercalados unos entre otros. Como consecuencia del índice de refracción uniforme dentro del grupo, cada grupo de microlentes proporciona un plano focal que es diferente del plano focal de cualquier otro grupo.
- La tarea de la invención consiste en poner a disposición un procedimiento para la fabricación de una lente de gafas con el que se mejora al menos uno de los factores de las lentes de gafas convencionales que, como ya se ha dicho antes, se perciben como perturbadores.
- La tarea de la invención consiste además en poner a disposición una lente de gafas con la que se mejora al menos uno de los factores de las lentes de gafas convencionales que, como ya se ha dicho antes, se perciben como perturbadores.
- La tarea relacionada con el procedimiento se resuelve mediante un procedimiento para la fabricación de una lente de gafas con las características de la reivindicación de patente 1. La tarea relacionada con el producto se resuelve mediante una lente de gafas que presenta las características de la reivindicación de patente 1. Las realizaciones y las variantes perfeccionadas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.
- Todas las variantes según la invención tienen en común que la lente de gafas respectiva comprende al menos dos grupos de elementos de volumen, concretamente, un primer grupo de elementos de volumen que comprende una serie de primeros elementos de volumen, disponiéndose la pluralidad de primeros elementos de volumen a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica formando una primera cuadrícula parcial, formando los primeros elementos de volumen juntos una primera parte de la lente de gafas que tiene el efecto dióptrico para la visión a una primera distancia de objeto, disponiéndose el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen en una superficie de un soporte y presentando el soporte un gradiente de índice de refracción. La lente de gafas comprende además un segundo grupo de elementos de volumen que comprende de forma correspondiente una serie de segundos elementos de volumen, disponiéndose la pluralidad de segundos elementos de volumen a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica formando una segunda cuadrícula parcial, y formando los segundos elementos de volumen juntos una segunda parte de la lente de gafas que tiene el efecto dióptrico para la visión a una segunda distancia de objeto diferente de la primera distancia de objeto. En todas las variantes de la lente de gafas según la invención, la primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial se disponen respectivamente entrelazadas entre sí (por ejemplo, desplazadas o mezcladas).

En geometría, una cuadrícula es una partición sin espacios y sin superposiciones de una zona del espacio a través de un conjunto de celdas de cuadrícula. Las celdas de cuadrícula están definidas por un conjunto de puntos de cuadrícula (ficticios o imaginarios) unidos entre sí por un conjunto de líneas de cuadrícula (ficticias o imaginarias).

El hecho de que la primera y la segunda cuadrícula parcial estén entrelazadas significa que la primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial comparten un espacio sin coincidir completamente. En el marco de la presente invención, desplazados de forma entrelazada entre sí significa una disposición a modo de, por ejemplo, una estructura de filtro de zinc que puede describirse como una combinación de dos cuadrículas parciales de superficies cúbicamente centradas y colocadas una dentro de otra, que se disponen desplazadas una contra otra en 1/4 de la diagonal en el espacio. También deben incluirse las cuadrículas laminadas (de una sola capa) que se desplazan unas contra otras en una medida determinada de un vector situado en la superficie laminada. La primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial no tienen que presentar forzosamente una forma idéntica. El factor decisivo consiste más bien en que la primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial no proporcionan ninguna separación espacial macroscópica del efecto dióptrico para la visión a diferentes distancias de objeto.

La primera parte de la lente de gafas que proporciona el efecto dióptico para la visión a una primera distancia de objeto puede corresponder, por ejemplo, al campo de visión cercana, y la segunda parte de la lente de gafas que proporciona el efecto dióptico para la visión a una segunda distancia de objeto puede corresponder, por ejemplo, al campo de visión lejana de una lente de gafas convencional. La disposición según la invención de la primera y de la segunda cuadrícula parcial proporciona así una estructura tridimensional en la que el campo de visión lejana y el campo de visión cercana están virtualmente intercalados. Naturalmente, la primera distancia de objeto también puede ser la distancia habitual entre el ojo y la pantalla y la segunda distancia de objeto puede ser la distancia habitual de lectura. Las lentes de gafas de este tipo resultan adecuadas para el trabajo de oficina o similar.

Por lo tanto, la primera parte y la segunda parte de la lente de gafas representan zonas de superficie coincidentes de la lente de gafas a través de las cuales el usuario de las gafas mira en caso de un uso conforme a lo previsto. Las magnitudes de superficie típicas de estas zonas se encuentran entre 0,3 cm² y 7 cm², preferiblemente entre 0,5 cm² y 6 cm², más preferiblemente entre 0,8 cm² y 5 cm² y finalmente aún con más preferencia entre 1 cm² y 4 cm².

En caso de una realización correspondiente, la lente de gafas puede caracterizarse por que

- no hay zonas bifocales o trifocales visibles,

- no se requiere ningún canal de progresión de una lente progresiva y, por consiguiente, todos los parámetros de individualización relacionados se vuelven obsoletos (longitud del canal de progresión, inserción, forma de la montura, perfil de visión progresiva, equilibrio de la distribución del error de la imagen inevitable en las lentes progresivas convencionales),

- la adición (la diferencia entre los enfoques) no se ve alterada, estando el número de enfoques limitado solamente por el número de vóxeles diferentes establecidos individualmente (primer, segundo y, en su caso, otros grupos de elementos de volumen),

- entre otros, los siguientes parámetros pueden permanecer inalterados: distancia del vértice corneal (HSA), inclinación hacia adelante y ángulo del cristal de montura, si se desea.

Inalterado significa que estos parámetros como la adición, la distancia del vértice corneal, la inclinación hacia adelante y el ángulo del cristal de montura, se tienen en cuenta en el diseño de las lentes de gafas según la invención del mismo modo que en las lentes de gafas convencionales según el estado de la técnica.

Además de estas aplicaciones obvias en el campo de las lentes progresivas y multifocales, la realización descrita ofrece enfoques para mitigar los problemas estéticos de las lentes de visión única. Con esta finalidad, existe la posibilidad de no aplicar más la corrección óptica exclusivamente a través de la posición relativa de las superficies ópticas teniendo en cuenta un índice de refracción constante, como es el caso de las lentes de gafas convencionales del tipo antes descrito en relación con el estado de la técnica.

Los grupos de elementos de volumen se fabrican según la invención con la ayuda de un procedimiento de fabricación aditivo. El procedimiento para la fabricación de una lente de gafas según la invención comprende en concreto los siguientes pasos de procedimiento:

- fabricación aditiva de un primer grupo de elementos de volumen, comprendiendo el primer grupo de elementos de volumen una serie de primeros elementos de volumen, disponiéndose la pluralidad de primeros elementos de volumen a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica formando una primera cuadrícula parcial, formando los primeros elementos de volumen juntos una primera parte de la lente de gafas que posee el efecto dióptico para la visión a una primera distancia de objeto.

- fabricación aditiva de un segundo grupo de elementos de volumen, comprendiendo el segundo grupo de elementos de volumen una serie de segundos elementos de volumen, disponiéndose la pluralidad de segundos elementos de volumen a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica formando una segunda cuadrícula parcial, formando los segundos elementos de volumen juntos una segunda parte de la lente de gafas que posee el efecto dióptico para la visión a una segunda distancia de objeto diferente de la primera distancia de objeto.

El procedimiento se caracteriza por que, en la fabricación aditiva, la primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial se disponen respectivamente entrelazadas entre sí (por ejemplo, desplazadas o mezcladas).

Los pasos de procedimiento fabricación aditiva del primer grupo de elementos de volumen y fabricación aditiva del segundo grupo de elementos de volumen no deben requerir necesariamente que se complete en primer lugar el primer grupo de elementos de volumen y a continuación el segundo grupo de elementos de volumen.

Más bien, en primer lugar, pueden generarse aditivamente uno o varios elementos de volumen del primer grupo de elementos de volumen, a continuación de nuevo uno o varios elementos de volumen del segundo grupo de elementos de volumen, luego otra vez uno o varios elementos de volumen del primer grupo de elementos de volumen, etc., hasta que los dos grupos de elementos de volumen se completen en el conjunto según la invención de dos cuadrículas parciales desplazadas de forma entrelazada entre sí.

La fabricación aditiva - en inglés: Additive Manufacturing (AM) o procedimiento de fabricación generativo - es un término amplio para los procedimientos para la fabricación rápida y rentable de modelos, muestras, prototipos, herramientas y productos finales, que hasta ahora se solían conocer con el nombre de prototipos rápidos. Esta fabricación se lleva a cabo directamente sobre la base de modelos de datos internos de ordenador a partir de un material sin forma (por ejemplo, líquidos, polvo, entre otros) o con una forma neutra (a modo de cinta, alambre) mediante procesos químicos y/o físicos. A pesar de que se trata de procedimientos de conformación primarios, para un producto concreto no se requieren herramientas especiales que han almacenado la geometría respectiva de la pieza (por ejemplo, moldes de fundición). El estado actual de la técnica se presenta en el informe de estado de VDI AM 2014. La dirección <https://3druck.com/grundkurs-3d-drucker/teil-2-uebersicht-der-aktuellen-3d-druckverfahren-462146/>, descargada el 13-07-2016, ofrece una visión general de los procesos actuales de impresión en 3D.

Se ha comprobado que el método de modelado de chorro múltiple o de impresión PolyJet resulta especialmente adecuado. Este procedimiento se describe, por ejemplo, en la URL https://de.wikipedia.org/wiki/Multi_Jet_Modeling, en la URL <http://www.materialise.de/3d-druck/polyjet> o en la URL <http://www.stratasys.com/de/3d-drucker/technologies/polyjet-technology>, descargadas respectivamente el 13-07-2016. PolyJet es una potente tecnología de impresión en 3D con la que se pueden fabricar componentes, prototipos y elementos auxiliares de producción lisos y precisos. Gracias a una resolución de capa microscópica y a una precisión de hasta 0,1 mm, es posible fabricar paredes finas y geometrías complejas a partir del más amplio espectro de materiales para cualquier tecnología. La impresión en 3D de PolyJet funciona de manera similar a la impresión por chorro de tinta. Sin embargo, en lugar de rociar gotas de tinta sobre el papel, las impresoras en 3D PolyJet rocían sobre una plataforma de construcción capas de un fotopolímero líquido reticulado. El procedimiento es comparativamente sencillo: en un primer paso de preparación, el software de preparación calcula automáticamente la colocación del fotopolímero y del material de soporte (es decir, un material que sólo sirve para posicionar y apoyar el fotopolímero durante la impresión en 3D hasta su endurecimiento) por medio de un archivo CAD en 3D. Durante la producción real, la impresora 3D rocía diminutas gotas de un fotopolímero líquido e inmediatamente las reticula mediante luz ultravioleta. De este modo, en la plataforma de construcción se acumulan capas finas, a partir de las cuales se crean uno o varios modelos o partes 3D precisas. Si es necesario apoyar salientes o formas complejas, la impresora 3D rocía un material de apoyo separable. El usuario puede retirar fácilmente el material de apoyo a mano, con agua o en un baño de disolvente. Los modelos y los componentes pueden tratarse con preferencia directamente desde la impresora 3D y utilizarse sin tener que endurecerse posteriormente.

La impresora 3D con la denominación Stratasys (Objet) Eden 260 V resulta especialmente adecuada para la aplicación según la invención. Los materiales anteriormente indicados en la introducción a la descripción y, en particular, los materiales citados en los documentos WO 2014/179780 A1 y WO 2015/014381 A1 resultan adecuados para su uso en el procedimiento según la invención. Los polímeros adecuados para los primeros y segundos elementos de volumen son, por ejemplo, las poliolefinas como, por ejemplo, los polímeros de cicloolefina, los poliácridatos como, por ejemplo, polimetil(meta)acrilatos, poli(meta)acrilatos, polietil(meta)acrilatos, polibutil(meta)acrilatos, poliisobutil(meta)acrilatos, poliésteres, poliamidas, polisiloxanos, poliimidas, poliuretanos, politiuretanos, policarbonatos, polialilos, polisulfuros, polivinilos, poliarilenos, polióxidos y polisulfonas, y sus mezclas. Los monómeros o prepolímeros adecuados como material de impresión que se tienen en cuenta para la generación de los primeros y de los segundos elementos de volumen son las olefinas, los acrilos, los epóxidos, los ácidos orgánicos, los ácidos carboxílicos, los estirenos, los isocianatos, el alcohol, los norbornenos, los tioles, las aminas, las amidas, los anhídridos, los alilos, las siliconas, los ésteres de vinilo, los éteres de vinilo, los haluros de vinilo y los episulfuros. Los monómeros o prepolímeros pueden endurecerse térmicamente o de forma inducida por radiación. Para el endurecimiento inducido por radiación se pueden utilizar fotoiniciadores y, en su caso, co-fotoiniciadores.

Los primeros y los segundos elementos de volumen también se pueden componer de una matriz orgánica mezclada con nanopartículas como se ha descrito anteriormente. La matriz orgánica puede componerse, por ejemplo, de diacrilato de di(etilenglicol), diacrilato de neopentil glicol, diacrilato de hexanodiol, resina epoxídica de bisfenol A Novolak (SU8), metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA), poliácridato, polimetacrilato, polimetilmetacrilato (PMMA), estireno y poli[(2,3,4,4,5,5-hexafluorotetrahidrofurano-2,3-diilo)(1,1,2,2-tetrafluoroetileno)] (CYTOP). Los materiales posibles para las nanopartículas son, por ejemplo, ZnS, ZrO₂, ZnO, BeO, AlN, TiO₂ y SiO₂.

La tarea específica del procedimiento planteada al principio se resuelve por completo mediante un procedimiento de este tipo para la fabricación de una lente de gafas. Por consiguiente, conviene hacer constar que la invención no sólo se limita a una disposición entremezclada de dos cuadrículas parciales. Más bien, se pueden realizar más de dos

cuadrículas parciales para distancias de objetos correspondientes diferentes. Sin embargo, se ha comprobado que resulta ventajoso limitar el número de cuadrículas parciales diferentes a no más de 5, preferiblemente no más de cuatro, o incluso no más de 3, ya que de lo contrario el cerebro humano no permite o sólo permite con dificultad una percepción precisa.

- 5 La tarea relacionada con el producto antes indicada se puede resolver mediante una de las variantes que se indican a continuación: el producto de partida es siempre una lente de gafas con las características indicadas a continuación:

La lente de gafas según la invención comprende un primer grupo de elementos de volumen con una pluralidad de primeros elementos de volumen, disponiéndose la pluralidad de primeros elementos de volumen a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica formando una primera cuadrícula parcial y formando los primeros
10 elementos de volumen juntos una primera parte de la lente de gafas que posee el efecto dióptrico para la visión a una primera distancia de objeto. La lente de gafas comprende además un segundo grupo de elementos de volumen que, de forma correspondiente, comprende una pluralidad de segundos elementos de volumen, disponiéndose la pluralidad de segundos elementos de volumen a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica formando una
15 segunda cuadrícula parcial y formando los segundos elementos de volumen juntos una segunda parte de la lente de gafas que posee el efecto dióptrico para la visión a una segunda distancia de objeto diferente de la primera distancia de objeto. La primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial se disponen respectivamente entrelazadas entre sí (por ejemplo, desplazadas o mezcladas).

Un primer ejemplo consiste en que la primera cuadrícula parcial se configura tridimensional y en que la segunda cuadrícula parcial se configura tridimensional. Gracias a la configuración tridimensional de ambas cuadrículas
20 parciales resulta una interacción entre la primera y la segunda parte que aumenta con el número de capas, debiéndose configurar ambas partes para una visión nítida a diferentes distancias de objeto. A continuación, se explican los detalles en relación con la descripción de la figura 4. No obstante, en principio se consigue que, en su recorrido a través de la lente de gafas, la luz no sólo se refracte dos veces en la superficie delantera y trasera, sino una y otra vez en cada capa límite entre las cuadrículas parciales, aunque respectivamente con un ángulo menor. Por lo tanto, el recorrido de
25 la luz a través de la lente de gafas se puede optimizar individualmente a la medida del usuario. En este caso es posible influir localmente en el recorrido de la luz y dividir los haces de luz más grandes que en los sistemas convencionales permanecen estrechamente unidos entre sí, controlándolos con mayor precisión en haces más pequeños.

Un segundo ejemplo se basa en las siguientes situaciones:

- 30 i) Los primeros elementos de volumen se componen de un primer material y los segundos elementos de volumen se componen de un segundo material diferente del primer material.

En este ejemplo se prevé llevar a cabo una transición entre uno de los primeros elementos de volumen y uno de los segundos elementos de volumen adyacente por medio de una modificación gradual del material de los primeros y de los segundos elementos de volumen que limitan unos con otros. En este ejemplo, el cambio de un enfoque al siguiente se realiza por regla general de forma gradual. En los últimos cuatro apartados de la descripción se resumen más
35 detalles. Sin embargo, en este ejemplo se logra en principio que los cantos restantes en la superficie ópticamente efectiva se puedan reducir aún más, obteniéndose así una mejora adicional de las propiedades estéticas. Además, las transiciones graduales entre los grupos de elementos de volumen dan lugar a una formación de luz dispersa menor en las distintas superficies límite entre los grupos de elementos de volumen. El cálculo de los distintos grupos de elementos de volumen y el ajuste de los respectivos índices de refracción es mucho más complicado que en el caso de una transición discreta, por lo que debe reservarse más potencia de cálculo para el proyecto/diseño.

En general, puede disponerse un recubrimiento de material duro de alisado. Por un recubrimiento de material duro de alisado se entiende una capa que reduce la rugosidad de la superficie y las estructuras de superficie del sustrato de la lente de gafas.

Con este recubrimiento de material duro de alisado, la lente de gafas presenta preferiblemente una rugosidad de superficie R_a de < 10 nm. Más preferiblemente, la rugosidad de superficie R_a de la lente de gafas por todas las superficies ópticas también se encuentra en un rango de 1,0 nm a 8,0 nm, con especial preferencia en un rango de 3,0 nm a 7,0 nm y aún más preferiblemente en un rango de 4,0 nm a 6,0 nm. Los valores antes citados en relación con la rugosidad de superficie R_a se refieren respectivamente a la superficie delantera y a la superficie trasera de la
45 lente de gafas. La rugosidad de superficie R_a con respecto a la lente de gafas acabada se determina preferiblemente mediante interferometría de luz blanca, preferiblemente con el dispositivo NewView 7100 (compañía Zygo Corporation).

La composición del recubrimiento de material duro de alisado puede contener al menos un derivado del silano $(R^4O)Si(OR^1)(OR^2)(OR^3)$, pudiendo ser R^1 , R^2 , R^3 , R^4 iguales o diferentes unos de otros, sustituidos o no sustituidos, y pudiendo seleccionarse R^1 , R^2 , R^3 , R^4 del grupo formado por alquilo, acilo, alquenoacilo, cicloalquilo, arilo y alquenoarilo. Alternativa o adicionalmente, la composición del recubrimiento de material duro de alisado puede contener al menos un derivado del silano $R^6R^{7-3-n}Si(OR^5)_n$, pudiéndose seleccionar R^5 del grupo compuesto por alquilo, acilo, alquenoacilo, cicloalquilo, arilo y alquenoarilo, pudiéndose R^5 sustituir o no sustituir, siendo R^6 un residuo orgánico que comprende un grupo epoxídico, pudiéndose seleccionar R^7 del grupo compuesto por alquilo, cicloalquilo, arilo y alquenoarilo, pudiéndose R^7 sustituir o no sustituir. En los documentos EP 2 578 649 A1, DE 10 2005 059 485
55 A1 y EP 2 385 086 A1 pueden encontrarse otros ejemplos de este tipo de recubrimientos de material duro de alisado. Básicamente es posible que la estructura compuesta por diferentes elementos de volumen pase desapercibida para

el observador desde el exterior o llame menos la atención del observador, mientras que se proporciona a la lente de gafas una resistencia al rayado. Las propiedades de alisado estético de esta variante son especialmente importantes si el sistema óptico se basa en los dos parámetros descritos en la variante con cantos afilados y cambios bruscos. Otra ventaja consiste en la mejor limpieza de la superficie recubierta, dado que hay menos cavidades en las que se pueda acumular la suciedad. En comparación con la variante no recubierta, resultan otras ventajas en el ámbito de la aplicación de una figura de estampado (cruz de centrado, círculos de medición, etc.), que puede imprimirse, en su caso, posteriormente en la superficie de la lente de gafas mediante procedimientos de tampografía o impresión por chorro de tinta.

La lente de gafas según la invención se caracteriza por que el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen se disponen en una superficie de un soporte que presenta un gradiente de índice de refracción (espacial). Como se describe en la introducción de la descripción, un gradiente de refracción ofrece la posibilidad de generar un efecto dióptrico deseado de un cuerpo que depende en menor medida de su forma geométrica. De este modo es posible realizar la lente de gafas en general más delgada que si se utilizara un soporte con un índice de refracción constante en el espacio. El grosor del soporte es, en una zona en la que están dispuestos el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen, preferiblemente de entre 0,1 y 5 mm, más preferiblemente de entre 0,5 y 3 mm, aún más preferiblemente de entre 1 y 2 mm.

La tarea relacionada con el producto planteada al principio se resuelve completamente con cada una de las tres variantes antes descritas.

Los ejemplos y la invención descritos anteriormente también pueden combinarse de cualquier manera, como se explica en detalle a continuación a modo de ejemplo. En principio, es posible que los primeros y los segundos elementos de volumen se compongan del mismo material. La puesta a disposición de los diferentes efectos dióptricos para una visión nítida a diferentes distancias de objeto se determina o especifica mediante la respectiva geometría de superficie de los distintos primeros y segundos elementos de volumen y/o mediante la posición y la orientación relativas de los distintos primeros y segundos elementos de volumen unos respecto a otros y/o mediante la geometría exterior de la cuadrícula que comprende la primera y la segunda cuadrícula parcial. El término geometría de superficie incluye, por una parte, el tamaño de la superficie y, por otra parte, la forma de la superficie, especialmente la curvatura local de la superficie del respectivo elemento de volumen.

Alternativamente, de acuerdo con las explicaciones anteriores es posible que los primeros elementos de volumen se compongan de un primer material y que los segundos elementos de volumen se compongan de un segundo material diferente del primer material. La puesta a disposición de los diferentes efectos dióptricos para la visión nítida a diferentes distancias de objeto puede determinarse o especificarse no sólo mediante la respectiva geometría de la superficie de los distintos primeros y segundos elementos de volumen y/o mediante la posición y la orientación relativas de los primeros y segundos elementos de volumen unos respecto a otros y/o mediante la geometría exterior de la cuadrícula que comprende la primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial, sino también mediante las diferentes propiedades refractivas de los respectivos primeros y segundos elementos de volumen. Especialmente si el primer material presenta un primer índice de refracción y el segundo material presenta un segundo índice de refracción diferente del primer índice de refracción, no sólo juega un papel la orientación de las superficies ópticamente efectivas de los elementos de volumen, sino también su poder de refracción. La limitación de la forma con respecto a la percepción estética se suprime en gran medida o se reduce al menos considerablemente en comparación con las lentes de gafas convencionales. El uso de un procedimiento de fabricación aditivo, en especial el uso de impresión/modelado de chorro múltiple o PolyJet, permite una realización con poco esfuerzo de superficies ópticas discontinuas y/o diferenciables de forma continua. La separación espacial macroscópica de, por ejemplo, el campo de visión cercana y el campo de visión lejana (en general: de una primera zona de separación de objeto y de una segunda zona de separación de objeto) ya no es necesaria, eliminándose, por lo tanto, las distorsiones astigmáticas que se producen hacia el borde en las lentes progresivas convencionales.

Si se utilizan materiales de diferentes índices de refracción para la realización de los primeros y segundos elementos de volumen, es posible generar los efectos dióptricos para las diferentes separaciones de objeto mediante la disposición de los primeros y de los segundos elementos de volumen de manera que juntos formen una superficie lisa, en su caso incluso plana, que, en caso de un uso conforme a lo previsto de la lente de gafas según la invención o de las gafas con la lente de gafas según la invención, se orienta en la dirección del objeto (es decir, en su caso dotada de un recubrimiento que forma la superficie delantera de la lente de gafas) y/o en la dirección del ojo (es decir, en su caso dotada de un recubrimiento que forma la superficie trasera de la lente de gafas). Si, por el contrario, se utilizan materiales con los mismos índices de refracción o incluso materiales idénticos para la realización de los primeros y de los segundos elementos de volumen, las superficies de los primeros y de los segundos elementos de volumen en los puntos en los que dos elementos de volumen diferentes limitan el uno con el otro, se orientan de manera diferente, a fin de lograr la propiedad según la invención de proporcionar una unión espacial macroscópica de las zonas para diferentes distancias de objeto. En este caso, la invención puede caracterizarse especialmente por que los primeros elementos de volumen presentan respectivamente un primer elemento de superficie y por que los segundos elementos de volumen presentan respectivamente un segundo elemento de superficie y por que respectivamente uno de los primeros elementos de superficie y respectivamente uno de los segundos elementos de superficie, que limitan el uno con el otro, se disponen en ángulo entre sí.

En resumen, la transición entre un primer elemento de volumen y un segundo elemento de volumen puede realizarse de forma brusca mediante una modificación brusca del material y/o mediante una variación brusca de la orientación de los respectivos elementos de superficie, que limitan el uno con el otro, de los elementos de volumen adyacentes.

5 Alternativamente, la transición entre un primer elemento de volumen y un segundo elemento de volumen adyacente también puede llevarse a cabo de forma gradual o progresiva, con propiedades similares a las del canal de progresión en las lentes progresivas convencionales. Dicha transición puede realizarse mediante una modificación gradual del material y/o mediante una variación gradual de la orientación de la respectiva superficie óptica de los elementos de volumen adyacentes.

10 La primera cuadrícula parcial puede configurarse bidimensional. Alternativa o adicionalmente, la segunda cuadrícula parcial puede configurarse bidimensional. En el marco de la presente solicitud, por una configuración bidimensional de una cuadrícula (parcial) se entiende una cuadrícula laminada de una sola capa. Dicho de otro modo, todos los elementos de volumen que forman la cuadrícula (parcial) deben estar situados en un plano. En el caso de que ambas cuadrículas parciales se configuren bidimensionales, es posible que la cuadrícula, que comprende la primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial, vuelva a formar una cuadrícula bidimensional, concretamente si las dos cuadrículas parciales se desplazan una respecto a otra en el plano antes descrito. Las dos cuadrículas parciales pueden, por ejemplo, tener la forma de una estructura a modo de un tablero de ajedrez en la que los campos claros del tablero de ajedrez corresponden a los primeros elementos de volumen de la primera cuadrícula parcial y en la que los campos oscuros del tablero de ajedrez corresponden a los segundos elementos de volumen de la segunda cuadrícula parcial.

20 Aunque tanto la primera cuadrícula parcial, como también la segunda cuadrícula parcial se configuran bidimensionales, éstas no tienen necesariamente que desplazarse una contra otra en el plano en el que se disponen los elementos de volumen. Son posibles tanto un desplazamiento de las dos cuadrículas parciales una respecto a otra en una dirección exclusivamente perpendicular a este plano, como también un desplazamiento en cualquier dirección en el espacio.

25 La primera cuadrícula parcial también puede configurarse tridimensional. Alternativa o adicionalmente, la segunda cuadrícula parcial también puede configurarse tridimensional. Las dos cuadrículas parciales pueden desplazarse a su vez una contra otra en cualquier dirección en el espacio. Especialmente en caso de una configuración tridimensional, con cada capa se influye en los enfoques para las dos distancias de objeto diferentes. Con otras palabras, en caso de una configuración tridimensional de las cuadrículas parciales, se produce una interacción, que aumenta con el número de capas, entre la primera y la segunda parte que deben configurarse para una visión nítida a diferentes distancias de objeto. A continuación, se explican los detalles en relación con la descripción de la figura 4.

30 La primera distancia de objeto puede diferenciarse de la segunda distancia de objeto, por ejemplo, en más de 5 cm o en más de 10 cm o en más de 15 cm o en más de 20 cm o en más de 30 cm o incluso en más de 50 cm. Dicho de otro modo, los planos focales para las partes que comprenden los primeros o los segundos elementos de volumen se conciben respectivamente para separarse en los valores antes indicados. El usuario de las gafas es capaz de ver con nitidez los objetos dispuestos en estos planos focales cuando mira en la misma dirección. Con la ayuda de una lente de gafas del tipo según la invención no es necesario un cambio de la dirección de mirada como se requiere en el caso de las lentes multifocales de tipo convencional.

35 En principio es posible que la lente de gafas se componga o esté formada exclusivamente por el primer grupo de elementos de volumen y por el segundo grupo de elementos de volumen. También cabe la posibilidad de que estén disponibles uno o varios grupos de elementos de volumen adicionales del tipo correspondiente al primer y al segundo grupo de elementos de volumen y que la lente de gafas se componga exclusivamente en estos grupos de elementos de volumen de diferentes tipos que forman respectivamente las partes de la lente de gafas que proporcionan el efecto dióptrico para la visión a las mismas o diferentes distancias de objeto. La lente de gafas según la invención se caracteriza por que el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen se disponen en una superficie de un soporte. El soporte puede haberse fabricado, por ejemplo, a partir de una pieza bruta con la ayuda de un procedimiento como la fundición o un procedimiento abrasivo. Sin embargo, la fabricación de la lente de gafas según la invención también prevé que el procedimiento se caracterice opcionalmente por el paso de procedimiento

40 - fabricación aditiva de un soporte con una superficie en la que se disponen el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen.

El soporte puede presentar, por ejemplo, una superficie esférica o tórica o de forma libre por el lado del objeto y la superficie en la que se disponen el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen puede ser la superficie del soporte por el lado del ojo.

55 Alternativamente, el soporte también puede presentar una superficie esférica o tórica o de forma libre por el lado del ojo y la superficie, en la que se disponen el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen, puede ser la superficie del soporte por el lado del objeto. En las dos variantes antes descritas, el efecto global de la lente de gafas está compuesto por la capacidad refractiva de la superficie esférica o tórica o de la superficie asférica o de forma libre de simetría rotativa y por las propiedades refringentes de los elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen.

Finalmente, también es posible que la superficie, en la que se disponen el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen, sea o sean la superficie del soporte por el lado del ojo y/o por el lado del objeto. En tal caso, el efecto global de la lente de gafas se compone fundamentalmente de las propiedades refringentes de los elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen.

- 5 La lente de gafas según la invención se caracteriza por que el soporte presenta un gradiente de índice de refracción. Como se describe en la introducción de la descripción, un gradiente de refracción ofrece la posibilidad de generar un efecto dióptrico deseado de un cuerpo que depende en menor medida de su forma geométrica.

También se puede disponer un recubrimiento en el primer grupo de elementos de volumen y en el segundo grupo de elementos de volumen. Como recubrimientos se tienen en cuenta especialmente todas las estructuras laminadas funcionales citadas en la introducción de la descripción. En particular se citan aquellas que influyen o modifican las propiedades ópticas como la anulación del reflejo, la vaporización de aluminio, la polarización de la luz, la coloración, la autocoloración, etc., así como las propiedades mecánicas como el endurecimiento, la reducción de la adherencia de la suciedad o del empañamiento, etc., y/o las propiedades eléctricas como el blindaje de la radiación electromagnética, la conducción de la corriente eléctrica, etc., y/u otras propiedades físicas o químicas de la lente de gafas.

Finalmente es posible que el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen se realicen como estructuras enterradas. De este modo, por una parte, se facilita considerablemente, por ejemplo, la aplicación de un posterior recubrimiento duro o antirreflectante (pueden utilizarse, por ejemplo, sistemas convencionales de recubrimiento duro de alisado), no formando, por otra parte, las discontinuidades o dobleces o fisuras en las superficies de los elementos de volumen adyacentes cavidades que provocan la acumulación posterior de suciedad en la superficie de la lente de gafas acabada. Por estructuras enterradas se entiende la inserción en un material de sustrato.

El efecto dióptrico antes descrito de la lente de gafas según la invención puede lograrse con los primeros elementos de volumen que presentan respectivamente un volumen de entre $1000 \mu\text{m}^3$ y 1 mm^3 y/o con segundos elementos de volumen que presentan respectivamente un volumen de entre $1000 \mu\text{m}^3$ y 1 mm^3 . El volumen más pequeño posible de un elemento de volumen está determinado por el procedimiento de fabricación, por ejemplo, en el caso del modelado de chorro múltiple o PolyJet, por el tamaño de la gota y, por ejemplo, en el caso del procedimiento SLA, por el tamaño del foco del láser.

Los primeros elementos de volumen pueden presentar respectivamente, por ejemplo, una superficie por el lado del objeto de entre $100 \mu\text{m}^2$ y 1 mm^2 y/o los segundos elementos de volumen pueden presentar respectivamente una superficie por el lado del objeto de entre $100 \mu\text{m}^2$ y 1 mm^2 . Alternativa o adicionalmente es posible que los primeros elementos de volumen presenten respectivamente una superficie por el lado del ojo de entre $100 \mu\text{m}^2$ y 1 mm^2 y/o que los segundos elementos de volumen presenten respectivamente una superficie por el lado del ojo de entre $100 \mu\text{m}^2$ y 1 mm^2 .

El número de los primeros elementos de volumen que forman la primera parte es preferiblemente de entre 50 y 10^9 , más preferiblemente de entre 100 y 10^8 , por último, más preferiblemente de entre 200 y 10^7 y finalmente aún con más preferencia de entre 500 y 10^6 .

El número de los segundos elementos de volumen que forman la segunda parte es preferiblemente de entre 50 y 10^9 , más preferiblemente de entre 100 y 10^8 , por último, más preferiblemente de entre 200 y 10^7 y finalmente aún con más preferencia de entre 500 y 10^6 .

El número de los primeros y los segundos elementos de volumen se encuentra preferiblemente en el mismo orden de magnitud. Esto significa que el número de los primeros elementos de volumen y el número de los segundos elementos de volumen no difieren en más del factor 10, preferiblemente no más del factor 8, preferiblemente no más del factor 5 y por último más preferiblemente no más del factor 2.

La solución tecnológica según la invención presenta, especialmente si se tienen en cuenta las formas de realización ventajosas y las variantes perfeccionadas de la idea inventiva antes indicadas, las siguientes ventajas:

Además de las aplicaciones descritas anteriormente en el campo de las lentes progresivas y multifocales y de los enfoques igualmente antes descritos para reducir los problemas estéticos, especialmente en caso de lentes de visión única, no se puede elegir ningún sistema basado puramente en ópticas de gradiente (compárense las publicaciones anteriores WO 2015/102938 A1 y WO 2014/179780 A1), en las que como lentes de gafas se generan lentes planas o incluso placas físicamente planas. Se obtiene un resultado muy bueno mediante una combinación práctica de superficies ópticamente activas con un gradiente de índice de refracción en el material de sustrato. Si el índice de refracción aumenta hacia el borde de la lente de gafas, el grosor del borde de la lente de gafas se puede reducir en la corrección de los defectos de un ojo con miopía. En caso de uso de plásticos, la subida del índice de refracción máxima es de 1,48 a 1,80, siendo la realización complicada debido a los cambios necesarios en la química tomada como base. El cristal mineral ofrece más posibilidades de aumento.

Con respecto al diseño de la lente de gafas se eliminan diversas limitaciones de la tecnología actual. Resulta especialmente ventajosa la supresión de la limitación a las superficies delanteras esféricas o asféricas de simetría rotativa, con un rango de entrega limitado en cuanto a la curvatura. Al utilizar las tecnologías aquí descritas, se pueden

realizar cualquier curvatura y modificación de curvatura con o sin consecuencias para el efecto óptico del cristal. Si es necesario, la variación de la curvatura puede compensarse mediante la modificación del índice de refracción.

Otra característica ventajosa es la eliminación de la limitación de tamaño de la lente de gafas mediante la limitación del diámetro de los semiproductos disponibles. A diferencia de los semiproductos que, por motivos de fabricación, están limitados a un diámetro de unos 80 a 90 mm, el tamaño máximo del volumen de construcción de la impresora 3D, que ahora ya es considerablemente mayor y que puede ser ventajosamente de más de 200 x 200 x 200 mm, representa el límite de fabricación. Si se aprovecha todo este volumen, se pueden imprimir en una sola pieza gafas enteras, escudos, etc.

La invención se describe a continuación más detalladamente por medio del dibujo. Se muestra en la:

Figura 1 un primer ejemplo de realización para la disposición desplazada entrelazada de dos cuadrículas parciales formadas por elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen,

Figura 2 un ejemplo de realización para la disposición desplazada entrelazada de cuatro cuadrículas parciales formadas por elementos de volumen del primer, del segundo, del tercer y del cuarto grupo de elementos de volumen,

Figura 3 un segundo ejemplo de realización para la disposición desplazada entrelazada de dos cuadrículas parciales formadas por elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen,

Figura 4 un tercer ejemplo de realización para la disposición desplazada entrelazada de dos cuadrículas parciales formadas por elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen,

Figura 5 un cuarto ejemplo de realización para la disposición desplazada entrelazada de dos cuadrículas parciales formadas por elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen,

a) disposición de los elementos de volumen,

b) representación ampliada respectivamente de uno de los primeros y segundos elementos de volumen,

Figura 6 un primer ejemplo de realización de una lente de gafas según la invención en una vista en planta desde el lado del objeto (esquema de principio),

Figura 7 un segundo ejemplo de realización de una lente de gafas según la invención en la sección transversal (esquema de principio),

Figura 8 un tercer ejemplo de realización de una lente de gafas según la invención en la sección transversal (esquema de principio),

Figura 9 un cuarto ejemplo de realización de una lente de gafas según la invención en la sección transversal (esquema de principio),

Figura 10 un quinto ejemplo de realización de una lente de gafas según la invención en la sección transversal (esquema de principio),

Figura 11 un ejemplo de realización de unas gafas con una lente de gafas según la invención.

Anteriormente se ha explicado que la lente de gafas según la invención comprende al menos dos grupos de elementos de volumen. Los dos grupos de elementos de volumen, denominados en lo sucesivo primer y segundo grupo de elementos de volumen, comprenden respectivamente una pluralidad de elementos de volumen correspondientes. Los elementos de volumen del primer grupo de elementos de volumen se denominan en adelante primeros elementos de volumen, y los elementos de volumen del segundo grupo de elementos de volumen se denominan en adelante segundos elementos de volumen.

Los primeros elementos del volumen se disponen a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica y forman una primera cuadrícula parcial. Los elementos de volumen del primer grupo de elementos de volumen forman juntos una primera parte de la lente de gafas. Juntos definen una zona de la lente de gafas a través de la cual, en caso de un uso conforme a lo previsto, el usuario de las gafas mira, proporcionando la misma el efecto dióptrico para la visión a una primera distancia de objeto.

Los segundos elementos de volumen también se disponen a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica, formando juntos una segunda cuadrícula parcial. Los elementos de volumen del segundo grupo de elementos de volumen forman juntos una segunda parte de la lente de gafas. Juntos definen una zona de la lente de gafas a través de la cual, en caso de un uso conforme a lo previsto, el usuario de las gafas mira, proporcionando la misma el efecto dióptrico para la visión a una segunda distancia de objeto que difiere de la primera distancia de objeto antes indicada y que está determinada por la primera cuadrícula parcial formada por los elementos de volumen del primer grupo de elementos de volumen.

La primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial se disponen respectivamente desplazadas de forma entrelazada entre sí. Así, las zonas de la lente de gafas definidas por las dos cuadrículas parciales, formadas respectivamente por diferentes elementos de volumen y concebidas para diferentes distancias de objeto, coinciden macroscópica y geoméricamente. Esta situación se ilustra de nuevo a continuación por medio de las figuras.

La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización de la disposición desplazada entrelazada de dos cuadrículas parciales formadas por los elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen. La primera cuadrícula parcial se compone de los elementos de volumen 1a, 1b, 1c ... 1t, 1u, en el presente ejemplo de realización en forma de paralelepípedo, dispuestos como los campos blancos de un tablero de ajedrez. La segunda cuadrícula parcial se compone de los elementos de volumen 2a, 2b, 2c ... 2t, 2u, en el presente ejemplo de realización en forma de paralelepípedo, dispuestos como los campos negros de un tablero de ajedrez. Cada elemento de volumen en forma de paralelepípedo 1a, 1b, 1c ... 1t, 1u, 2a, 2b, 2c ... 2t, 2u ocupa el mismo espacio con longitudes de canto a_1 , a_2 , a_3 . Las longitudes de canto a_1 , a_2 , a_3 son normalmente del orden de entre 10 μm y 1 mm. En tal caso, los volúmenes de los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 1a, 1b, 1c ... 1t, 1u, 2a, 2b, 2c ... 2t, 2u son del orden de entre 1000 μm^3 y 1 mm^3 .

En el presente ejemplo de realización, la primera cuadrícula parcial basada en los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 1a, 1b, 1c ... 1t, 1u y la segunda cuadrícula parcial basada en los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 2a, 2b, 2c ... 2t, 2u se configuran de forma idéntica. Desde un punto de vista geométrico, las dos cuadrículas parciales se desplazan una contra otra en la longitud de canto a_1 en la dirección de una hilera de láminas. Alternativamente también puede decirse que las dos cuadrículas parciales se desplazan una contra otra en la longitud de canto a_2 en una dirección perpendicular a la dirección de una hilera de láminas. En este ejemplo de realización, ambas cuadrículas parciales se encuentran en un plano. En el presente caso, la superficie 3 visible en la figura 1 es la superficie que, en caso de un uso conforme a lo previsto de la lente de gafas basada en la estructura mostrada en la figura 1, está orientada hacia el objeto. Como consecuencia, la superficie 4 no visible en la figura 1 es la superficie que, en caso de un uso conforme a lo previsto de la lente de gafas, está orientada hacia el ojo del usuario de las gafas. La superficie por el lado del objeto de un único elemento de volumen 1a, 1b, 1c ... 1t, 1u, 2a, 2b, 2c ... 2t, 2u, que en el presente ejemplo de realización representa respectivamente una superficie plana, es de entre 100 μm^2 y 1 mm^2 , teniendo en cuenta las especificaciones de tamaño antes indicadas.

En el presente ejemplo de realización, la parte de la lente de gafas definida por la primera cuadrícula parcial está determinada por el volumen total de los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 1a, 1b, 1c ... 1t, 1u. Dicho de otro modo, en el presente ejemplo de realización, la zona de la lente de gafas definida por la primera cuadrícula parcial y concebida para la visión a una primera distancia de objeto y a través de la cual el usuario de las gafas mira, en caso de un uso conforme a lo previsto, para una visión nítida de un objeto dispuesto a esta distancia, está determinada por la totalidad de las superficies del lado del objeto (y del lado del ojo) de los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 1a, 1b, 1c ... 1t, 1u. Según la invención, esta zona superficial debe ser de entre 0,3 cm^2 y 7 cm^2 , preferiblemente de entre 0,5 cm^2 y 6 cm^2 , más preferiblemente de entre 0,8 cm^2 y 5 cm^2 y finalmente aún con más preferencia de entre 1 cm^2 y 4 cm^2 .

En el presente ejemplo de realización, la parte de la lente de gafas definida por la segunda cuadrícula parcial está determinada por la totalidad de los volúmenes de los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 2a, 2b, 2c ... 2t, 2u. Con otras palabras, la zona de la lente de gafas definida por la segunda cuadrícula parcial y concebida para la visión a una segunda distancia de objeto y a través de la cual el usuario de las gafas mira, en caso de un uso conforme a lo previsto, para una visión nítida de un objeto dispuesto a esta distancia, está determinada en el presente ejemplo de realización por la totalidad de las superficies del lado del objeto (y del lado del ojo) de los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 2a, 2b, 2c ... 2t, 2u. Según la invención, esta zona superficial debe ser de entre 0,3 cm^2 y 7 cm^2 , preferiblemente de entre 0,5 cm^2 y 6 cm^2 , más preferiblemente de entre 0,8 cm^2 y 5 cm^2 y finalmente aún con más preferencia de entre 1 cm^2 y 4 cm^2 .

Desde un punto de vista macroscópico, la zona superficial definida por la primera cuadrícula parcial y la zona superficial definida por la segunda cuadrícula parcial coinciden, de manera que no se produzca ninguna separación macroscópica entre la parte de la lente de gafas diseñada para la primera distancia de objeto y la parte de la lente de gafas diseñada para la segunda distancia de objeto. A diferencia de una lente bifocal o progresiva convencional concebida para un usuario con presbicia, el campo de visión cercana y el campo de visión lejana coinciden visto macroscópicamente.

En el documento WO 2015/102938 A1, por ejemplo, se describe en detalle cómo se pueden fabricar estructuras de cuadrícula de este tipo. Así, una impresora 3D equipada con uno o varios procesadores obtiene un modelo CAD con datos, en el presente ejemplo de realización, de una sola capa que comprende una pluralidad de elementos de volumen. Por consiguiente, los datos contienen, por ejemplo, la información de que los primeros elementos de volumen 1a, 1b, 1c ... 1t, 1u antes indicados deben fabricarse de un primer material con una primera constante dieléctrica, lo que corresponde a una primera tinta de impresión, y la información de que los segundos elementos de volumen 2a, 2b, 2c ... 2t, 2u antes indicados deben fabricarse de un segundo material con una segunda constante dieléctrica, lo que corresponde a una segunda tinta de impresión. El procesador o los procesadores de la impresora 3D calculan a partir de los datos el lugar respectivo en el que debe colocarse la tinta de impresión respectiva, la temperatura y/o el requisito de luz ultravioleta, así como los tiempos correspondientes para endurecer la tinta de impresión colocada para la generación del elemento de volumen respectivo 1a, 1b, 1c ... 1t, 1u, 2a, 2b, 2c ... 2t, 2u.

La figura 2 muestra otro ejemplo de realización de la disposición desplazada entrelazada de los elementos de volumen de las cuadrículas parciales. En este ejemplo de realización, toda la cuadrícula está formada por cuatro cuadrículas parciales. Las cuatro cuadrículas parciales comprenden elementos de volumen del primer, del segundo, del tercer y del cuarto grupo de elementos de volumen. En el presente ejemplo de realización, la primera cuadrícula parcial basada en los elementos de volumen hexagonales 11a, 11b, 11c, 11d, la segunda cuadrícula parcial basada en los elementos

de volumen hexagonales 12a, 12b, 12c, 12d, la tercera cuadrícula parcial basada en los elementos de volumen hexagonales 13a, 13b y la cuarta cuadrícula parcial basada en los elementos de volumen hexagonales 14a, 14b se configuran idénticas. Los volúmenes de los elementos de volumen hexagonales 11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 12b, 12c, 12d, 13a, 13b, 14a, 14b son del orden de entre $1000 \mu\text{m}^3$ y 1 mm^3 .

5 En el presente ejemplo de realización, la parte de la lente de gafas definida por la primera cuadrícula parcial está determinada por la totalidad de los volúmenes de los elementos de volumen 11a, 11b, 11c, 11d. Dicho de otra forma, en el presente ejemplo de realización, la zona de la lente de gafas definida por la primera cuadrícula parcial y concebida para la visión a una primera distancia de objeto y a través de la cual el usuario de las gafas, en caso de un uso conforme a lo previsto, mira para una visión nítida de un objeto dispuesto a esta distancia, está determinada por la totalidad de las superficies del lado del objeto (y del lado del ojo) de los elementos de volumen 11a, 11b, 11c, 11d. Según la invención, esta zona superficial debe ser de entre $0,3 \text{ cm}^2$ y 7 cm^2 , preferiblemente de entre $0,5 \text{ cm}^2$ y 6 cm^2 , más preferiblemente de entre $0,8 \text{ cm}^2$ y 5 cm^2 y finalmente aún con más preferencia de entre 1 cm^2 y 4 cm^2 .

15 En el presente ejemplo de realización, la parte de la lente de gafas definida por la segunda cuadrícula parcial está determinada por la totalidad de los volúmenes de los elementos de volumen 12a, 12b, 12c, 12d. Dicho de otro modo, en el presente ejemplo de realización, la zona de la lente de gafas definida por la segunda cuadrícula parcial y concebida para la visión a una segunda distancia de objeto y a través de la cual el usuario de las gafas, en caso de un uso conforme a lo previsto, mira para una visión nítida de un objeto dispuesto a esta distancia, está determinada por la totalidad de las superficies del lado del objeto (y del lado del ojo) de los elementos de volumen 12a, 12b, 12c, 12d. Según la invención, esta zona superficial debe ser de entre $0,3 \text{ cm}^2$ y 7 cm^2 , preferiblemente de entre $0,5 \text{ cm}^2$ y 6 cm^2 , más preferiblemente de entre $0,8 \text{ cm}^2$ y 5 cm^2 y finalmente aún con más preferencia de entre 1 cm^2 y 4 cm^2 .

25 En el presente ejemplo de realización, la parte de la lente de gafas definida por la tercera cuadrícula parcial está determinada por la totalidad de los volúmenes de los elementos de volumen 13a, 13b. Con otras palabras, en el presente ejemplo de realización, la zona de la lente de gafas definida por la tercera cuadrícula parcial y concebida para la visión a una tercera distancia de objeto y a través de la cual el usuario de las gafas, en caso de un uso conforme a lo previsto, mira para una visión nítida de un objeto dispuesto a esta distancia, está determinada por la totalidad de las superficies del lado del objeto (y del lado del ojo) de los elementos de volumen 13a, 13b. Según la invención, esta zona superficial debe ser de entre $0,3 \text{ cm}^2$ y 7 cm^2 , preferiblemente de entre $0,5 \text{ cm}^2$ y 6 cm^2 , más preferiblemente de entre $0,8 \text{ cm}^2$ y 5 cm^2 y finalmente aún con más preferencia de entre 1 cm^2 y 4 cm^2 .

30 En el presente ejemplo de realización, la parte de la lente de gafas definida por la cuarta cuadrícula parcial está determinada por la totalidad de los volúmenes de los elementos de volumen 14a, 14b. Dicho de otra forma, en el presente ejemplo de realización, la zona de la lente de gafas definida por la cuarta cuadrícula parcial y concebida para la visión a una cuarta distancia de objeto y a través de la cual el usuario de las gafas, en caso de un uso conforme a lo previsto, mira para una visión nítida de un objeto dispuesto a esta distancia, está determinada por la totalidad de las superficies del lado del objeto (y del lado del ojo) de los elementos de volumen 14a, 14b. Según la invención, esta zona superficial debe ser de entre $0,3 \text{ cm}^2$ y 7 cm^2 , preferiblemente de entre $0,5 \text{ cm}^2$ y 6 cm^2 , más preferiblemente de entre $0,8 \text{ cm}^2$ y 5 cm^2 y finalmente aún con más preferencia de entre 1 cm^2 y 4 cm^2 .

40 Desde un punto de vista macroscópico, la zona superficial definida por la primera cuadrícula parcial, la zona definida por la segunda cuadrícula parcial, la zona definida por la tercera cuadrícula parcial y la zona definida por la cuarta cuadrícula parcial coinciden, de manera que no se produzca ninguna separación macroscópica entre la parte de la lente de gafas diseñada para la primera distancia de objeto, la parte de la lente de gafas diseñada para la segunda distancia de objeto, la parte de la lente de gafas diseñada para la tercera distancia de objeto y la parte de la lente de gafas diseñada para la cuarta distancia de objeto.

45 La figura 3 muestra un segundo ejemplo de realización de la disposición desplazada entrelazada de dos cuadrículas parciales formadas por los elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen. La primera cuadrícula parcial basada en los elementos de volumen 21a, 21b, 21c, 21d ... 21x, 21y, 21z comprende un elemento de volumen cilíndrico 21a y una pluralidad de elementos de volumen en forma de segmento anular 21b, 21c, 21d, ... 21x, 21y, 21z. La segunda cuadrícula parcial comprende exclusivamente una pluralidad de elementos de volumen en forma de segmento anular 22a, 22b, 22y, 22z. Como en los ejemplos de realización mostrados en las figuras 2 y 3, todos los elementos de volumen 21b, 21c, 21d, ... 21x, 21y, 21z, 22a, 22b, 22y, 22z están dispuestos en un plano.

50 La figura 4 muestra un tercer ejemplo de realización de la disposición desplazada entrelazada de dos cuadrículas parciales formadas por los elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen.

55 En el presente ejemplo de realización, la primera cuadrícula parcial basada en los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 1a, 1b, 1c ... 1x, 1y, 1z y la segunda cuadrícula parcial basada en los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 2a, 2b, 2c ... 2y, 2z se configuran idénticas. Ambas cuadrículas parciales representan una secuencia de estructuras cúbicas tridimensionales cuyos respectivos elementos de volumen 21b, 21c, 21d, ... 21x, 21y, 21z, 22a, 22b, 22y, 22z se disponen unos al lado de otros e intercalados entre sí. La cuadrícula final comprende, por consiguiente, una pluralidad de capas del tipo mostrado en la figura 1. En el presente caso, la superficie 3 visible en la figura 1 es la superficie orientada hacia el objeto en caso de un uso conforme a lo previsto de la lente de gafas basada en la estructura mostrada en la figura 1. Como consecuencia, la superficie 4 no visible en la figura 1 es la superficie que, en caso de un uso conforme a lo previsto, está orientada hacia el ojo del usuario de las gafas.

En el presente ejemplo de realización, la parte de la lente de gafas definida por la primera cuadrícula parcial está determinada por la totalidad de los volúmenes de los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 1a, 1b, 1c ... 1x, 1y, 1z. Dicho de otro modo, en el presente ejemplo de realización, la zona de la lente de gafas definida por la primera cuadrícula parcial y concebida para la visión a una primera distancia de objeto y a través de la cual el usuario de las gafas mira, en caso de un uso conforme a lo previsto, para la visión nítida de un objeto dispuesto a esta distancia, está determinada por la totalidad de las superficies del lado del objeto (y del lado del ojo) de los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 1a, 1b, 1c (es decir, todas las superficies oscuras de la superficie 3). Según la invención, esta superficie debe ser de entre 0,3 cm² y 7 cm², preferiblemente de entre 0,5 cm² y 6 cm², más preferiblemente de entre 0,8 cm² y 5 cm² y finalmente aún con más preferencia de entre 1 cm² y 4 cm².

En el presente ejemplo de realización, la parte de la lente de gafas definida por la segunda cuadrícula parcial está determinada por la totalidad de los volúmenes de los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 2a, 2b, 2c ... 2x, 2y, 2z. Con otras palabras, en el presente ejemplo de realización, la zona de la lente de las gafas definida por la segunda cuadrícula parcial y concebida para la visión a una segunda distancia de objeto y a través de la cual el usuario de las gafas mira, en caso de un uso conforme a lo previsto, para la visión nítida de un objeto dispuesto a esta distancia, está determinada por la totalidad de las superficies del lado del objeto (y del lado del ojo) de los elementos de volumen en forma de paralelepípedo 2a, 2b, 2c (es decir, todas las zonas blancas de la superficie 3). Según la invención, esta zona superficial debe ser de entre 0,3 cm² y 7 cm², preferiblemente de entre 0,5 cm² y 6 cm², más preferiblemente de entre 0,8 cm² y 5 cm² y finalmente aún con más preferencia de entre 1 cm² y 4 cm².

Desde un punto de vista macroscópico, la zona superficial definida por la primera cuadrícula parcial (es decir, todas las superficies oscuras de la superficie 3) y la zona superficial definida por la segunda cuadrícula parcial (es decir, todas las superficies blancas de la superficie 3) coinciden, por lo que no se produce ninguna separación macroscópica entre la parte de la lente de gafas diseñada para la primera distancia de objeto y la parte de la lente de gafas diseñada para la segunda distancia de objeto. A diferencia de una lente bifocal o progresiva convencional concebida para un usuario con presbicia, la sección de visión cercana y la sección de visión lejana coinciden macroscópicamente.

Especialmente en el caso de que las superficies del lado del objeto y del lado del ojo 3, 4 de la primera y de la segunda parte de la lente de gafas formen superficies planas, la configuración para diferentes distancias de objetos sólo puede realizarse mediante una variación correspondiente del índice de refracción. Por consiguiente, se necesitan estructuras GRIN intercaladas unas en otras. En lugar o adicionalmente a las variaciones del índice de refracción adaptadas de forma correspondiente, también pueden generarse zonas de enfoque intercaladas con elementos de volumen, cuyas superficies del lado del objeto y/o del lado del ojo se configuran curvadas del modo requerido.

La estructura mostrada en la figura 4 representa un sistema muy complejo, ya que los enfoques de los diferentes materiales influyen de nuevo unos en otros con cada capa. Esta estructura resulta interesante si se consideran las lentes de visión única. En tal caso, estos patrones de tablero de ajedrez en 3D podrían usarse en el borde. Dado que las impresoras 3D sólo pueden imprimir en formato binario, es decir, sólo uno u otro material, los "cambios de sustancia progresivos" deben realizarse mediante elementos de volumen suficientemente pequeños.

La figura 5 muestra un cuarto ejemplo de realización de la disposición desplazada entrelazada de dos cuadrículas parciales formadas por los elementos de volumen del primer y del segundo grupo de elementos de volumen. La figura 5a) muestra la disposición básica de los elementos de volumen 51a, 51b, ... 51t, 51u, 52a, 52b, 52c, ... 52t, 52u a modo de un tablero de ajedrez como se ha descrito detalladamente en la figura 1. A diferencia de (o en su caso también adicionalmente a) la variante de realización según la figura 1, en la que los distintos elementos de volumen se configuran mediante una variación correspondiente del índice de refracción, de manera que se creen partes que se funden y que permiten una visión nítida a diferentes distancias de objeto, en la forma de realización según la figura 5 se incluyen elementos de volumen 51a, 51b, ... 51t, 51u, 52a, 52b, 52c, ... 52t, 52u, cuyas superficies del lado del objeto (y en su caso también del lado del ojo) están curvadas de un modo diferente, por lo que los primeros y los segundos elementos de volumen adyacentes no limitan unos con otros de forma continua, sino en ángulo y, en su caso, de forma brusca. La figura 5a) muestra una representación ampliada respectivamente de uno de los primeros y segundos elementos de volumen 52c y 51i que presentan superficies del lado del objeto 53c y 54c con una curvatura diferente en la transición en la que el primer y el segundo elemento de volumen adyacentes limitan el uno con el otro.

La figura 6 muestra un primer ejemplo de realización de una lente de gafas 60 en una vista en planta desde el lado del objeto en forma de un esquema de principio. La superficie visible se identifica con el número de referencia 63. El ejemplo de realización presenta una zona 61 configurada en la forma según la invención. Se puede ver una disposición intercalada de dos cuadrículas parciales a modo de un "tablero de ajedrez", como se muestra en la figura 1. Los elementos de volumen de la primera cuadrícula parcial se identifican a modo de ejemplo con las referencias 61a, 61b y los elementos de volumen de la segunda cuadrícula parcial se identifican a modo de ejemplo con las referencias 62a, 62b.

Según la invención, la zona 61 está concebida para una visión nítida a dos distancias de objeto diferentes.

La figura 7 muestra un segundo ejemplo de realización de una lente de gafas 70 en la sección transversal (esquema de principio). En este ejemplo de realización, toda la lente de gafas 70 se compone de un primer grupo de elementos de volumen con una pluralidad de primeros elementos de volumen 71a, 71b dispuestos a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica, formando una primera cuadrícula parcial, y de un segundo grupo de elementos de volumen con una pluralidad de segundos elementos de volumen 72a, 72b dispuestos a modo de puntos

de cuadrícula de una cuadrícula geométrica, formando una segunda cuadrícula parcial. La realización corresponde básicamente a la disposición de las dos cuadrículas parciales una respecto a otra mostrada en la figura 4.

Los primeros elementos de volumen 71a, 71b forman juntos una primera parte de la lente de gafas que tiene el efecto dióptrico para la visión a una primera distancia de objeto. Los segundos elementos de volumen forman juntos una segunda parte de la lente de gafas que tiene el efecto dióptrico para la visión a una segunda distancia de objeto diferente de la primera distancia de objeto. Dado que el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen están intercalados, forman una zona de visión transparente macroscópica común que, por una parte, permite una visión nítida de un objeto dispuesto a la primera distancia de objeto d_1 y una visión nítida de un objeto dispuesto a la segunda distancia de objeto d_2 . En el dibujo, los planos focales correspondientes se identifican con los números de referencia 73 y 74.

La figura 8 muestra un tercer ejemplo de realización de una lente de gafas 80 en la sección transversal (como esquema de principio). En este ejemplo de realización, la estructura según la invención 81 se aplica al lado trasero (lado del ojo) 84 de un soporte transparente 85 en forma de una estructura enterrada. El lado delantero (lado del objeto) 83 de la lente de gafas 80 puede realizarse esférico, tórico, asférico de simetría rotativa o asférico (por ejemplo, como una superficie de forma libre).

En la figura 9 se puede ver un cuarto ejemplo de realización de una lente de gafas 90 en la sección transversal (en forma de un esquema de principio). En este ejemplo de realización, la estructura según la invención 91 se aplica al lado delantero (lado del objeto) 93 de un soporte transparente 95 en forma de una estructura enterrada. El lado trasero (lado del ojo) 94 de la lente de gafas 90 puede realizarse esférico, tórico o asférico (por ejemplo, como una superficie de forma libre).

A una o ambas superficies ópticamente efectivas 83, 84, 93, 94 de las lentes de gafas 80, 90 se les pueden aplicar recubrimientos como, por ejemplo, capas duras, recubrimientos antirreflectantes, recubrimientos antiadherentes y similares.

La figura 10 muestra en forma de un esquema de principio un quinto ejemplo de realización de una lente de gafas según la invención 102 en la sección transversal. En este ejemplo de realización, la estructura según la invención 101 se aplica a una parte del lado trasero (lado del ojo) 104 de un soporte transparente 105 a modo de una estructura enterrada. El lado delantero (lado del objeto) 103 de la lente de gafas 102 puede realizarse esférico, tórico o asférico (por ejemplo, como una superficie de forma libre). A la estructura enterrada 101 se le aplica una capa dura de alisado 106 que también rellena los espacios intermedios 106a de la estructura enterrada, una capa de adherencia 107 y un recubrimiento antirreflectante 108 compuesto por una pluralidad de capas individuales.

Se hace constar expresamente que las estructuras 101 también pueden aplicarse tanto en la parte delantera, como también en la parte trasera del soporte 105.

En la figura 11 se puede ver un ejemplo de realización de unas gafas 100 con las lentes de gafas según la invención 110a, 110b. Además de las dos lentes de gafas 110a, 110b, las gafas 100 comprenden una montura de gafas 120, mostrándose en la figura el puente 125 y las dos patillas 130a, 130b. Cada lente de gafas 110a, 110b comprende un soporte 66a, 66b que soporta respectivamente una estructura según la invención 61a, 61b del tipo mostrado en la figura 6. Todos los componentes de las gafas pueden fabricarse con la ayuda de un procedimiento de impresión en 3D.

En resumen, la idea de la invención consiste en construir, mediante un procedimiento de fabricación que permita el control del efecto dióptrico de la lente de gafas, especialmente el control del índice de refracción para cada uno de los distintos elementos de volumen, y la orientación relativa de las superficies de los elementos de volumen (por ejemplo, la impresión PolyJet), una estructura tridimensional en la que los campos de visión lejana y los campos de visión cercana estén intercalados. El cambio de un enfoque al siguiente puede realizarse de forma gradual o discontinua. En el primer caso, resultan pequeñas zonas de transición con propiedades similares a las del canal de progresión de las lentes progresivas convencionales y con las propiedades ópticas asociadas. En segundo lugar, el cambio de propiedades puede ser discontinuo mediante la modificación del material o la modificación de la orientación de la superficie óptica.

Los elementos de superficie pueden disponerse de cualquier modo. Por ejemplo, pero no de manera concluyente, pueden disponerse como un tablero de ajedrez, un hexágono o círculos concéntricos.

En una forma de realización preferida, las superficies discontinuas pueden realizarse como estructuras enterradas en dos materiales, lo que, por una parte, facilita considerablemente el posterior recubrimiento duro y el recubrimiento antirreflectante (pueden utilizarse sistemas de recubrimiento duro de alisado convencionales), no formando, por otra parte, las discontinuidades de las superficies ninguna cavidad que provoque posteriormente la acumulación de suciedad en la superficie.

De aquí resultan distintas combinaciones de superficies ópticas:

- dos superficies discontinuas en el lado delantero y trasero,
- una superficie discontinua en el lado delantero o trasero junto con una superficie esférica, tórica o asférica (de forma libre) en el otro lado de la lente.

La combinación que proporciona la corrección óptima resulta de la combinación de los parámetros individuales (efecto esférico, astigmático, prismático, adición, etc.) con las posibilidades de las diferentes propiedades de superficie.

- 5 El recubrimiento duro debe ajustarse de manera que los cantos de las superficies ópticamente efectivas no se alisen o de manera que se alisen de forma absolutamente inevitable. Si la modificación de la capacidad refractaria se lleva a cabo a través del índice de refracción del material, las formas de realización posibles se pueden encontrar en las solicitudes de patente WO 2015/014381 A1 y WO 2014/179780 A1. Si al aplicar sólo uno de los dos principios (variación de material versus superficie discontinua), la diferencia del efecto deseado (adición) entre dos o varios elementos de superficie no es suficiente para lograr el efecto deseado, cabe la posibilidad de combinar los dos enfoques entre sí.
- 10 La lente de gafas debería disponer además del acabado habitual, del recubrimiento duro y del recubrimiento antirreflectante. Como una forma de realización posible, los principios según la invención se pueden transferir a las lentes híbridas. Una condición previa es la disponibilidad de un soporte preformado de la estructura según la invención que se ajuste a la superficie de la lente de gafas.

REIVINDICACIONES

1. Lente de gafas (60, 70, 80, 90, 102, 110a, 110b) que comprende
 - un primer grupo de elementos de volumen, comprendiendo el primer grupo de elementos de volumen una pluralidad de primeros elementos de volumen (1a, 1b, ...; 11a, 11b, ...; 51a, 51b, ...; 61a, 61b; 71a, 71b), disponiéndose la pluralidad de primeros elementos de volumen (1a, 1b, ...; 11a, 11b, ...; 51a, 51b, ...; 61a, 61b; 71a, 71b) a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica formando una primera cuadrícula parcial, formando los primeros elementos de volumen (1a, 1b, ...; 11a, 11b, ...; 51a, 51b, ...; 61a, 61b; 71a, 71b) juntos una primera parte de la lente de gafas (60, 70, 80, 90, 102, 110a, 110b) que tiene el efecto dióptrico para la visión a una primera distancia de objeto (d_1),
 - un segundo grupo de elementos de volumen, comprendiendo el segundo grupo de elementos de volumen una pluralidad de segundos elementos de volumen (2a, 2b, ...; 12a, 12b, ...; 52a, 52b, ...; 62a, 62b; 72a, 72b), disponiéndose la pluralidad de segundos elementos de volumen (2a, 2b, ...; 12a, 12b, ...; 52a, 52b, ...; 62a, 62b; 72a, 72b) a modo de puntos de cuadrícula de una cuadrícula geométrica formando una segunda cuadrícula parcial, formando los segundos elementos de volumen (2a, 2b, ...; 12a, 12b, ...; 52a, 52b, ...; 62a, 62b; 72a, 72b) juntos una segunda parte de la lente de gafas (60, 70, 80, 90, 110a, 110b) que tiene el efecto dióptrico para la visión a una segunda distancia de objeto (d_2) diferente de la primera distancia de objeto (d_1),
 - disponiéndose la primera cuadrícula parcial y la segunda cuadrícula parcial respectivamente de forma entrelazada,
 - disponiéndose el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen en una superficie de un soporte (85, 95, 105, 66a, 66b), caracterizada por que
 - el soporte (85, 95, 105, 66a, 66b) presenta un gradiente de índice de refracción.
2. Lente de gafas (60, 70, 80, 90, 102, 110a, 110b) según la reivindicación 1, caracterizada por que los primeros elementos de volumen (1a, 1b, ...; 11a, 11b, ...; 51a, 51b, ...; 61a, 61b; 71a, 71b) se componen de un primer material y por que los segundos elementos de volumen (2a, 2b, ...; 12a, 12b, ...; 52a, 52b, ...; 62a, 62b; 72a, 72b) se componen de un segundo material diferente del primer material.
3. Lente de gafas (60, 70, 80, 90, 102, 110a, 110b) según la reivindicación 2, caracterizada por que el primer material presenta un primer índice de refracción y por que el segundo material presenta un segundo índice de refracción diferente del primer índice de refracción.
4. Lente de gafas (60, 70, 80, 90, 102, 110a, 110b) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que los primeros elementos de volumen (51a, 51b, 51i, 51t, 51u) presentan respectivamente un primer elemento de superficie (54c) y por que los segundos elementos de volumen (52a, 52b, 52c, 52t, 52u) presentan respectivamente un segundo elemento de superficie (53c) y por que respectivamente uno de los primeros elementos de superficie (54c) y respectivamente uno de los segundos elementos de superficie (53c), que limitan el uno con el otro, se disponen en ángulo entre sí.
5. Lente de gafas (60, 102, 110a, 110b) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que la primera cuadrícula parcial se configura bidimensional y/o por que la segunda cuadrícula parcial se configura bidimensional.
6. Lente de gafas (70, 80, 90) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que la primera cuadrícula parcial se configura tridimensional y/o por que la segunda cuadrícula parcial se configura tridimensional.
7. Lente de gafas (60, 70, 80, 90, 102, 110a, 110b) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que la primera distancia de objeto (d_1) se diferencia de la segunda distancia de objeto (d_2) en más de un valor del grupo 10 cm, 15 cm, 20 cm, 30 cm o 50 cm.
8. Lente de gafas (60, 80, 90, 102, 110a, 110b) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que
 - el soporte (85) presenta por el lado del objeto una superficie esférica o tórica o de forma libre y por que la superficie en la que están dispuestos el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen es la superficie del soporte (85) por el lado del ojo o por que
 - el soporte (95, 105) presenta por el lado del ojo una superficie esférica o tórica o de forma libre y por que la superficie (104) en la que están dispuestos el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen es la superficie del soporte (95, 105) por el lado del objeto o por que
 - la superficie en la que están dispuestos el primer grupo de elementos de volumen y el segundo grupo de elementos de volumen es la superficie del soporte por el lado del ojo y/o por el lado del objeto.
9. Lente de gafas (60, 70, 80, 90, 102, 110a, 110b) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que en el primer grupo de elementos de volumen y en el segundo grupo de elementos de volumen se dispone un recubrimiento (106, 106a, 107, 108).
10. Lente de gafas (60, 70, 80, 90, 102, 110a, 110b) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que los primeros elementos de volumen (1a, 1b, ...; 11a, 11b, ...; 51a, 51b, ...; 61a, 61b; 71a, 71b) presentan

respectivamente un volumen de entre $1000 \mu\text{m}^3$ y 1 mm^3 y/o por que los segundos elementos de volumen (2a, 2b, ...; 12a, 12b, ...; 52a, 52b, ...; 62a, 62b; 72a, 72b) presentan respectivamente un volumen de entre $1000 \mu\text{m}^3$ y 1 mm^3 .

11. Lente de gafas (60, 70, 80, 90, 102, 110a, 110b) según la reivindicación 10, caracterizada por que

- 5 - los primeros elementos de volumen (1a, 1b, ...; 11a, 11b, ...; 51a, 51b, ...; 61a, 61b; 71a, 71b) presentan respectivamente una superficie por el lado del objeto de entre $100 \mu\text{m}^2$ y 1 mm^2 y/o por que los segundos elementos de volumen (2a, 2b, ...; 12a, 12b, ...; 52a, 52b, ...; 62a, 62b; 72a, 72b) presentan respectivamente una superficie por el lado del objeto de entre $100 \mu\text{m}^2$ y 1 mm^2 y/o por que
- 10 - los primeros elementos de volumen (1a, 1b, ...; 11a, 11b, ...; 51a, 51b, ...; 61a, 61b; 71a, 71b) presentan respectivamente una superficie por el lado del ojo de entre $100 \mu\text{m}^2$ y 1 mm^2 y/o por que los segundos elementos de volumen (2a, 2b, ...; 12a, 12b, ...; 52a, 52b, ...; 62a, 62b; 72a, 72b) presentan respectivamente una superficie por el lado del ojo de entre $100 \mu\text{m}^2$ y 1 mm^2 .

FIG.1

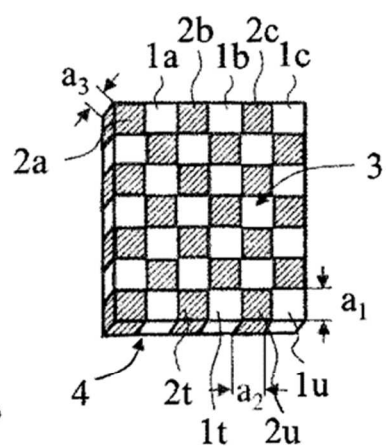


FIG.2

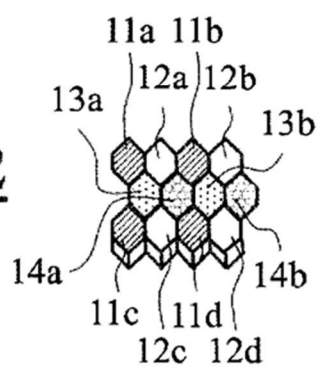


FIG.3

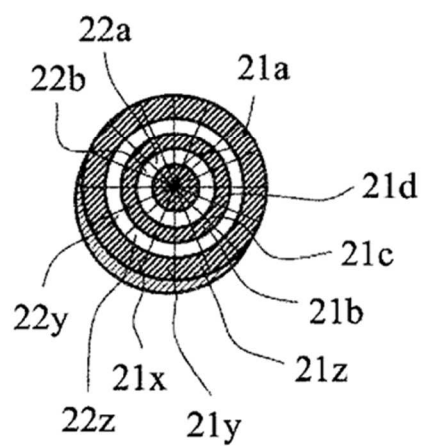
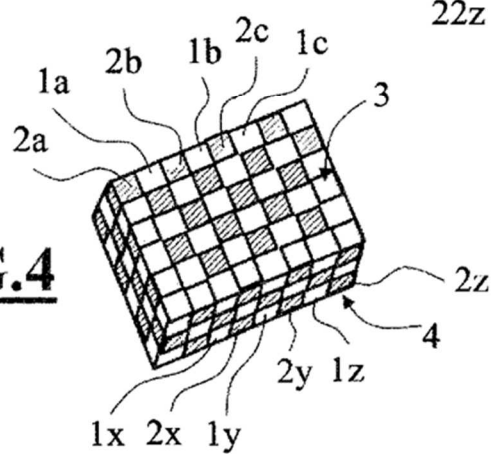


FIG.4



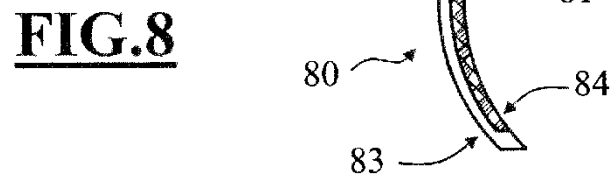
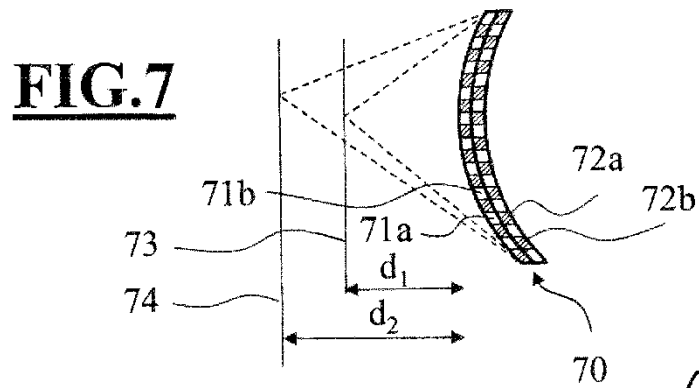
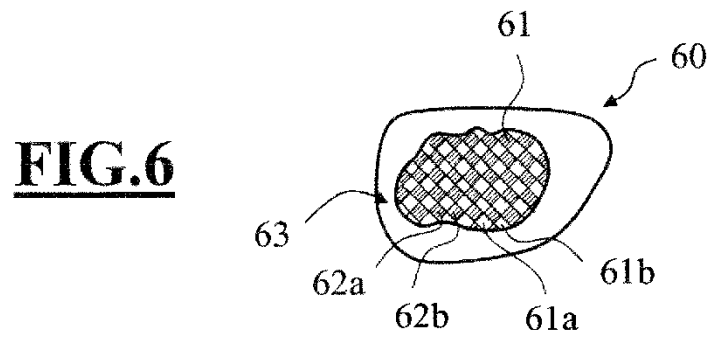
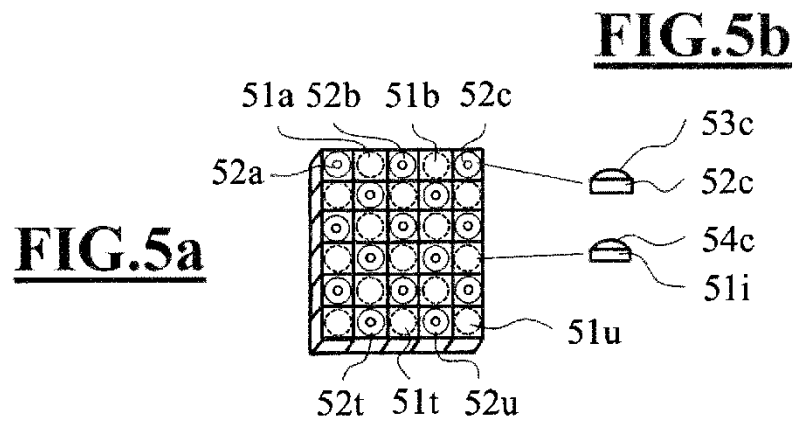


FIG.9

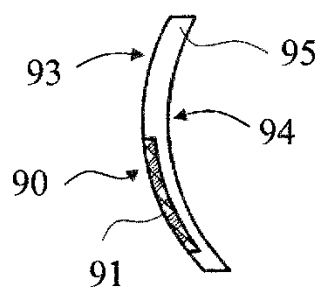


FIG.10

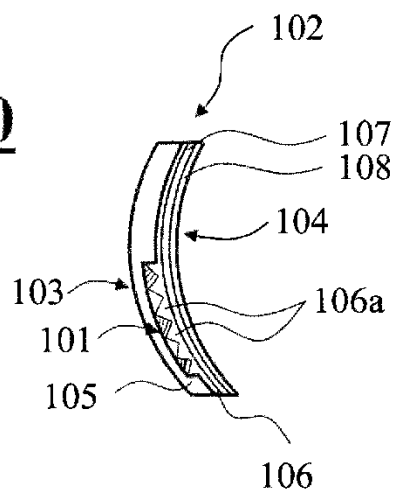


FIG.11

