



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 977 378**

⑮ Int. Cl.:

**B29D 11/00** (2006.01)  
**B29C 64/124** (2007.01)  
**B33Y 10/00** (2015.01)  
**G02C 7/02** (2006.01)  
**B29C 64/106** (2007.01)  
**B33Y 40/20** (2010.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2013 PCT/FR2013/052282**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14049284**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2013 E 13785492 (3)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024 EP 2900461**

---

⑮ Título: **Procedimiento de fabricación de una lente oftálmica que incluye una etapa de marcado para realizar marcas técnicas permanentes sobre dicha lente oftálmica**

⑩ Prioridad:

**28.09.2012 FR 1259197**

④ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.08.2024**

⑦ Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (100.0%)**  
147, rue de Paris  
94220 Charenton-le-Pont, FR

⑦ Inventor/es:

**ANATOLE, VINCENT y  
PIETRI, CÉCILE**

⑦ Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 977 378 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

Procedimiento de fabricación de una lente oftálmica que incluye una etapa de marcado para realizar marcas técnicas permanentes sobre dicha lente oftálmica

5 La invención se refiere a métodos de fabricación de lentes oftálmicas que incluyen una etapa de marcado para producir marcas técnicas permanentes en estas lentes oftálmicas.

La invención también se refiere a una máquina de fabricación de tales lentes oftálmicas.

10 Se sabe que las lentes oftálmicas son sometidas a diferentes etapas de fabricación. Los procedimientos de fabricación generalmente empleados para obtener una lente terminada y cortada a la forma de una montura particular incluyen típicamente etapas de mecanizado por torneado así como etapas durante las cuales la lente oftálmica recibe en su superficie marcas técnicas y/o comerciales permanentes y/o marcas técnicas y/o comerciales temporales.

15 Estas marcas pueden formarse, por ejemplo, mediante moldeo, grabado o ataque químico. Representan varios símbolos (por ejemplo, círculos, cruces, logotipos del fabricante) e identifican un punto particular (por ejemplo, el punto de referencia del prisma para una lente oftálmica progresiva), o trazos de ejes, o formas que indican una zona particular (por ejemplo, la visión de cerca o la zona de visión de lejos en el caso de una lente oftálmica progresiva). Las marcas técnicas, permanentes y/o temporales son las llamadas marcas geométricas y representativas de características ópticas.

20 La realización de marcas técnicas permanentes requiere la creación de una o más referencias para el correcto posicionamiento de estas marcas en la lente. En efecto, son estas marcas técnicas las que van a permitir, por ejemplo, posicionar correctamente una cara de la lente con respecto a la otra para su mecanizado (por ejemplo, acabado superficial o recorte), y/o centrar la lente oftálmica en la montura.

25 20 Estas marcas técnicas permanentes se pueden realizar en una de las caras de la lente, por ejemplo la cara frontal, antes del mecanizado de la otra cara de la lente, o la cara posterior en el caso de determinadas lentes oftálmicas.

En un procedimiento conocido de fabricación de una lente oftálmica progresiva, la lente se bloquea por su cara frontal (por ejemplo convexa), en un primer sistema de referencia, de modo que la superficie cóncava de su cara posterior sea mecanizada mediante torneado en un segundo sistema de referencia. Luego, esta superficie cóncava mecanizada se pule en un tercer sistema de referencia antes de sufrir una o más operaciones de marcado en un cuarto sistema de referencia.

30 Se observará que las marcas técnicas permanentes se realizan generalmente utilizando máquinas de marcado láser del tipo Excimer o CO<sub>2</sub>. Estas máquinas de marcado láser actúan sobre la lente oftálmica por degradación o ablación del material, generando deformaciones o retiradas de material en la cara de la lente oftálmica sobre la que se realizan estas marcas.

35 30 En otro procedimiento conocido de fabricación de una lente oftálmica, la lente se moldea en una máquina mediante fundición de material plástico y también se prevén las marcas técnicas permanentes en una cara del cristal en la misma máquina. Esta máquina está provista de un molde que incluye semi-moldes (fabricados mediante mecanizado) sobre los cuales se forman, en un primer sistema de referencia, las caras de desmoldeo del molde y luego se prevén, en un segundo sistema de referencia, muescas por grabado para formar las marcas técnicas permanentes,

40 35 El documento DE 10 2009 004377 A1 describe un procedimiento de fabricación de una lente oftálmica así como una máquina para implementar dicho procedimiento.

La invención tiene como objetivo proporcionar un método de fabricación de una lente oftálmica que incluye una etapa de marcado para realizar marcas técnicas permanentes en esta lente oftálmica, que sea particularmente simple, conveniente y económico de implementar.

45 40 El objeto de la invención es, por tanto, un procedimiento de fabricación de una lente oftálmica según la reivindicación 1, que incluye una etapa de marcado para realizar marcas técnicas permanentes sobre dicha lente oftálmica, la cual presenta un cuerpo, una primera cara y una segunda cara opuesta a dicha primera cara, cuyas primera y segunda cara definen respectivamente una primera superficie óptica y una segunda superficie óptica; estando caracterizado dicho procedimiento por que comprende las siguientes etapas:

50 45 – fabricar de manera aditiva dicho cuerpo y dichas primera y segunda caras, mediante la deposición de una pluralidad de primeros elementos de volumen predeterminados de un primer material que tiene un primer índice de refracción complejo, para obtener dichas primera y segunda superficies ópticas;

– fabricar de manera aditiva dichas marcas técnicas permanentes mediante la deposición, durante dicha deposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material, de al menos un segundo elemento de volumen predeterminado de un segundo material que tiene un segundo índice de refracción complejo diferente de dicho primer índice de refracción complejo de dicho primer material;

con dicho procedimiento que está configurado de manera que las marcas técnicas permanentes sean características de un sistema de referencia óptico a aportar a dicha lente oftálmica y localizadas en dicha lente oftálmica en una posición determinada función de dichas primera y segunda superficies ópticas.

5 El procedimiento de fabricación según la invención permite ventajosamente fabricar la lente oftálmica en una sola y misma etapa de fabricación aditiva.

Es esta única etapa de fabricación aditiva la que permite aportar a la vez las propiedades ópticas simples o complejas de la lente oftálmica así como las propiedades de referencia de las marcas técnicas permanentes, en una sola etapa durante la fabricación aditiva del cuerpo y de las primera y segunda caras. Esto permite posicionar las marcas técnicas permanentes de manera especialmente precisa en la lente oftálmica.

10 La invención se aplica aquí exclusivamente a los llamados marcados técnicos permanentes, correspondientes a los marcados impuestos por la norma ISO 8980-2 en el párrafo 7.1, y más precisamente a los marcados de los párrafos 7.1a) y 7.1b), porque estos marcados técnicos están localizados en la lente oftálmica en una posición determinada en función de la primera superficie óptica y de la segunda superficie óptica, en otras palabras, función directa de un sistema de referencia óptico aportado a la lente oftálmica.

15 Se observará que este sistema de referencia óptico de la lente oftálmica está teóricamente definido por la prescripción a aportar a esta lente y en particular por las dos dioptrías que forman en particular la primera y segunda superficies ópticas y por ejemplo por al menos una de un punto de montaje, de un punto de referencia de prisma, de un eje nasal temporal, de una zona de visión de lejos y/o de una zona de visión de cerca.

20 La invención no se aplica a los denominados marcados comerciales permanentes, tales como logotipos o designaciones de marcas o marcados correspondientes a los marcados impuestos por la norma ISO 8980-2 en el párrafo 7.1c), porque éstas están localizadas en la lente oftálmica en función únicamente de la forma de la lente oftálmica después de recortarla para darle la forma de la montura a la que está destinada, pero en ningún caso en función directamente de un sistema de referencia óptica aportado a la lente oftálmica.

25 Se observará que la etapa de fabricación aditiva del cuerpo y de la primera y segunda caras corresponde a la realización del sistema de referencia óptico de la lente oftálmica, también llamado aquí sistema de referencia invisible y/o teórico; mientras que la etapa de fabricación aditiva de las marcas técnicas permanentes corresponde a la realización de un sistema de referencia óptico que puede calificarse de "visible" y que de hecho es una ilustración del sistema de referencia invisible.

30 Ventajosamente, el procedimiento de fabricación según la invención es de una sola etapa, con el sistema de referencia óptico visible que es realizado durante la misma etapa que el sistema de referencia óptico invisible, contrariamente a los procedimientos de fabricación de la técnica anterior mencionados anteriormente, llamados de múltiples etapas, que se ejecutan apoyándose además en diferentes sistemas de referencia intermedios creados en diferentes momentos y, por lo tanto, que pueden introducir, durante cada utilización de un nuevo sistema de referencia, desviaciones o errores que alejan el nuevo sistema de referencia del sistema óptico teórico de referencia.

35 Se observará que la fabricación aditiva corresponde aquí a un proceso de impresión tridimensional, o de estereolitografía, o incluso extrusión mediante hilo termoplástico.

Según la invención, el al menos un segundo elemento de volumen predeterminado que forma las marcas técnicas permanentes se deposita según una posición determinada función a la vez de los primeros elementos de volumen predeterminados en su inmediata proximidad y de los primeros elementos de volumen predeterminados que forman en particular la primera y segundas caras de la lente oftálmica.

40 Se observará igualmente que el índice de refracción complejo se define de manera clásica como una cantidad compleja  $n^* = n + i \times k$ , siendo  $n$  la parte real del índice complejo y  $i \times k$  es la parte imaginaria también llamada "coeficiente de extinción" siendo  $i$  la unidad imaginaria definida tal como  $i^2 = -1$ . La toma en cuenta de la naturaleza compleja del índice de refracción permite aquí caracterizar las propiedades ópticas particulares relevantes de un valor distinto de cero del coeficiente de extinción  $k$  y ligadas a la elección de un material de índice  $n^*$  para la lente oftálmica. Estas propiedades particulares ligadas a un valor de  $k$  distinto de cero pueden corresponder en particular a propiedades de aditivos que incluyen moléculas que absorben longitudes de onda visible o ultravioleta o infrarroja, y/o coloides que absorben longitudes de onda visible, o ultravioletas o infrarrojas.

Según características preferidas, sencillas, convenientes y económicas del procedimiento según la invención:

50 – dicha etapa de fabricación de manera aditiva comprende una etapa de determinación de una consigna de fabricación para dicha lente oftálmica, incluyendo características geométricas de dicho cuerpo y de dichas primera y segunda caras y características geométricas de dichas marcas técnicas permanentes que son función de dichas características geométricas de dicho cuerpo y de dichas primera y segunda caras y de dicho primer índice de refracción complejo; lo que permite disponer las marcas técnicas permanentes según una función óptica resultante de la geometría global de la lente oftálmica (después de la fabricación aditiva del cuerpo y de las primera y segunda caras con el material que tiene un primer índice de refracción complejo);

- dicha posición determinada y dichas características geométricas de dichas marcas técnicas permanentes son función de la distancia, nula o no nula, que las separa de dichas primera y segunda caras
  - dicha etapa de fabricar de manera aditiva dichas marcas técnicas permanentes se realiza por deposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material durante la fabricación aditiva de al menos dicho cuerpo de dicha lente oftálmica;
  - dichas marcas técnicas permanentes se realizan en dicho cuerpo de dicha lente oftálmica, lo más cerca posible de una al menos de dichas primera y segunda caras de dicha lente oftálmica;
  - dicha etapa de fabricar de manera aditiva dichas marcas técnicas permanentes se realiza por deposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material durante la fabricación aditiva de al menos una de dichas primera y segunda caras de dicha lente oftálmica;
  - dichas marcas técnicas permanentes se realizan al menos lo más cerca posible de una cara de dicha lente oftálmica, entre dicha primera cara o dicha segunda cara, que presenta la mayor variación de progresión;
  - dicha etapa de fabricación de manera aditiva dichas marcas técnicas permanentes se realiza por deposición por superposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material;
  - 15 – dicho primer material y dicho segundo material están configurados de manera que la diferencia entre dicho primer índice de refracción complejo de dicho primer material y dicho segundo índice de refracción complejo de dicho segundo material es detectable;
  - 20 – el procedimiento incluye una etapa de suministro de un archivo de fabricación característica de una geometría de dicho cuerpo y de dichas primera y segunda caras así como de dichas marcas técnicas permanentes de dicha lente oftálmica; con dichas características geométricas de dichas marcas técnicas permanentes que son función de dichas características geométricas de dicho cuerpo y de dichas primera y segunda caras y de dicho primer índice complejo de refracción; y/o
  - el procedimiento incluye una etapa de pulido de una al menos de dichas primera y segunda caras de dicha lente oftálmica.
- 25 La invención también tiene por objeto una máquina de fabricación para realizar una lente oftálmica provista de marcas técnicas permanentes implementando el procedimiento tal como se ha descrito anteriormente, siendo la máquina conforme a la reivindicación 12.

A continuación se va a proseguir la presentación de la invención mediante la descripción de un ejemplo de realización, que se da a continuación a título ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 30 La figura 1 representa esquemáticamente una máquina de fabricación aditiva configurada para realizar una lente oftálmica provista de marcas técnicas permanentes;

La figura 2 representa esquemáticamente, en alzado, una lente oftálmica provista en particular de marcas técnicas permanentes realizadas con la máquina de fabricación ilustrada en la figura 1;

La figura 3 representa esquemáticamente, en alzado y en corte, la lente oftálmica ilustrada en la Figura 2;

- 35 Las figuras 4 a 6 son vistas en corte esquemáticas de variantes de realización de la lente oftálmica de la figura 3;

La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra diferentes etapas de funcionamiento de un procedimiento de fabricación de una lente oftálmica, implementado al menos parcialmente en la máquina de la figura 1; y

La figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una etapa de fabricación aditiva de la lente oftálmica del procedimiento ilustrado en la figura 7.

- 40 La figura 1 ilustra una máquina 1 de fabricación aditiva, aquí una máquina de impresión tridimensional controlada digitalmente, designando el control digital el conjunto de hardware y software que tiene por función dar instrucciones de movimiento, manipulación de material y de control de medios de polimerización a todos los órganos de la máquina 1 de fabricación aditiva.

- 45 Esta máquina 1 de fabricación aditiva está aquí configurada para depositar por yuxtaposición una pluralidad de elementos de volumen predeterminados que forman capas superpuestas (en otras palabras, capa por capa), de al menos un material sobre un soporte 10 para formar una lente oftálmica 12, comprendida una lente oftálmica llamada progresiva que además tiene componentes tóricos y prismáticos.

Cada elemento de volumen está definido por una composición predeterminada y un tamaño predeterminado.

Como se trata de fabricación aditiva y, en particular, de impresión tridimensional, también se habla de elemento volumétrico, o elemento de volumen, también llamado voxel (representante de un píxel en tres dimensiones).

Para ello, la máquina 1 de fabricación aditiva comprende una boquilla o una rampa de boquillas 13 así como una unidad 2 de control y comando provista de un sistema de tratamiento de datos que incluye un microprocesador 3 provisto de una memoria 4, en particular no volátil, que le permite cargar y almacenar un software, dicho de otro modo un programa informático que, cuando es ejecutado en el microprocesador 3, permite implementar un procedimiento de fabricación aditiva. Esta memoria 4 no volátil es por ejemplo del tipo ROM ("Read-Only Memory" "memoria de solo lectura" en inglés).

La unidad 2 incluye además una memoria 5, en particular volátil, que permite almacenar datos durante la ejecución del software y la implementación del procedimiento de fabricación aditiva.

10 Esta memoria volátil 5 es por ejemplo del tipo RAM o EEPROM (respectivamente "Random Access Memory" ("memoria de acceso aleatorio") y "Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory" ("memoria de solo lectura programable borrable eléctricamente") en inglés).

La máquina 1 de fabricación aditiva incluye además una abertura 6, aquí acristalada, configurada para acceder a la lente oftálmica 12 fabricada de manera aditiva por esta máquina 1, cuya lente oftálmica 12 es llevada por el soporte 10.

15 Se observará que para fabricar de manera aditiva la lente oftálmica 12, se necesita conocer con precisión ciertos parámetros de fabricación aditiva, tales como la velocidad de avance de la o las boquillas 13, la energía y la fuente de energía empleadas, aquí una fuente que emite luz ultravioleta para la máquina de impresión tridimensional, pero podría tratarse de un láser en el caso de una máquina de estereolitografía o incluso de una energía de calentamiento en el caso de una deposición de hilo estirado, también llamada extrusión por hilo termoplástico.

20 También se necesita saber con precisión los materiales utilizados y su estado, aquí en forma líquida.

También se necesita conocer con precisión la geometría de la lente oftálmica 12, que se caracteriza por un archivo de fabricación característico a la vez de las propiedades ópticas simples o complejas de la lente oftálmica 12 y de las marcas técnicas permanentes 24 (figura 2) que incluye esta lente oftálmica 12, cuyas marcas técnicas permanentes están definidas y posicionadas en la lente según las propiedades ópticas simples o complejas de esta lente.

25 Se observará que estas marcas técnicas permanentes 24 permiten en particular posicionar correctamente la lente oftálmica 12 para etapas posteriores de fabricación de esta lente oftálmica 12; por ejemplo el acabado superficial y/o el pulido y/o el recorte de esta lente.

Se observará que otras marcas 21 a 23, que son temporales y técnicas, también permiten posicionar correctamente la lente oftálmica 12.

30 La figura 2 muestra, en vista superior, la lente oftálmica 12 tomada aisladamente.

Esta lente oftálmica 12 presenta una primera cara 20 denominada cara frontal, que aquí es convexa, así como una segunda cara 28 (figuras 3 a 6) denominada cara posterior, que aquí es cóncava.

La primera cara 20 define una primera superficie óptica mientras que la segunda cara 28 define una segunda superficie óptica.

35 La lente oftálmica 12 también tiene un canto periférico 27 que conecta la primera cara 20 con la segunda cara 28.

Esta lente oftálmica 12 presenta aquí marcas técnicas permanentes 24 y marcas técnicas temporales 21 a 23, a saber, una marca que indica un punto 21 de referencia situado en el centro de esta lente oftálmica 12, una marca que indica un punto 22 de control de una zona de visión de lejos situada justo por encima del punto 21 de referencia, un punto 23 de control de una zona de visión de cerca situada por debajo del punto 21 de referencia y una zona 24 que pasa por un eje horizontal denominado nasal-temporal (o incluso nariz-oreja).

40 Las marcas visibles en la figura 2 que son marcas técnicas permanentes corresponden aquí a la zona 24.

Estas marcas técnicas permanentes 24 están aquí previstas en la primera cara 20 de la lente oftálmica 12.

Se observará también que al nivel de la zona 24 que pasa por el eje horizontal llamado nasal-temporal, están previstos dos microcírculos permanentes a cada lado del punto 21 de referencia y cada uno a la misma distancia de este último.

45 Se va a describir a continuación más en detalle con referencia a la figura 3 la lente oftálmica 12 y en particular la posición de los microcírculos técnicos 24 en esta lente oftálmica 12.

La figura 3 muestra la lente oftálmica 12 fabricada por la máquina 1 de fabricación aditiva ilustrada en la Figura 1. Esta lente oftálmica 12 presenta una zona útil 26 así como una zona no útil 25.

La zona útil 26 es la zona de la lente oftálmica 12 que está destinada a estar en una montura de gafas cuando esta lente 12 está conformada con la montura y es montada en esta última. En particular, esta zona útil 26 presenta al menos una parte que tiene características ópticas simples (lente oftálmica de visión simple) o complejas (lente oftálmica progresiva) necesarias para proporcionar corrección al usuario.

5 La zona no útil 25 está destinada a desaparecer en particular durante la etapa de recorte, también llamada tallado, para adaptar la forma (el contorno) de la lente oftálmica 12 a la montura de las gafas. Se observará que el procedimiento descrito a continuación puede configurarse para fabricar lentes oftálmicas sin zona no útil, es decir directamente con la forma de la montura (y que por lo tanto no requiere una etapa de recorte o de tallado).

10 También se ve en la figura 3, al nivel del corte de la lente oftálmica 12 según un eje de puntos en la parte superior de la figura 3, que la lente oftálmica 12 tiene un cuerpo 29 previsto entre la primera cara 20 y la segunda cara 28.

Se observará que en este corte sólo se muestra la zona útil 26 de la lente oftálmica 12, la cual incluye por tanto un contorno periférico 40 tallado, es decir con la forma de la montura, independientemente del procedimiento utilizado para obtener este contorno periférico tallado.

15 La lente oftálmica 12 está formada aquí por una pluralidad de capas superpuestas de un primer material 35, estando formada cada capa a su vez por una pluralidad de primeros elementos de volumen predeterminados.

Esta pluralidad de capas superpuestas forma el cuerpo 29 junto con la segunda cara 28 y la primera cara 20 de la lente oftálmica 12.

Se observará que, incluso si la lente oftálmica 12 ya está aquí recortada, las capas superpuestas del primer material 35 tienen longitudes diferentes para formar la primera y segunda caras 20 y 28 de esta lente oftálmica 12.

20 Cada una de estas capas presenta aquí un grosor constante en su longitud y todas tienen el mismo grosor.

Se observará que este igual grosor se obtiene aquí gracias a la difusión controlada y comandada, por la boquilla o la rampa de boquillas 13 de la máquina 1 de fabricación, de una cantidad determinada de primeros elementos de volumen predeterminados para cada capa superpuesta del primer material 35.

25 Se observará que el primer material es aquí un polímero acrílico, y más precisamente un fotopolímero, por ejemplo un fotopolímero tal como el producto comercializado por la sociedad OBJET Ltd, bajo la marca VeroClear™, que tiene un índice de refracción aproximadamente igual a 1,5.

La figura 3 también muestra que los microcírculos 24 forman marcas técnicas permanentes proporcionadas al nivel de la primera cara 20 de la lente oftálmica 12.

30 Se observará que estos microcírculos técnicos 24 están previstos aquí lo más cerca posible de la primera cara 20 porque se trata de la cara de la lente oftálmica más "compleja", es decir, en el caso de una lente progresiva, la cara que presenta la mayor progresión (es decir, la mayor diferencia de altitud, sin considerar las posibles componentes tóricas y esféricas).

Aquí (figura 3), estos microcírculos 24 que forman marcas técnicas permanentes están formados en el grosor de dos capas superpuestas del primer material 35.

35 Para ello, la lente oftálmica 12 incluye varios elementos de volumen predeterminados de un segundo material 30 dispuestos en el grosor de varias de las capas del primer material 35.

El microcírculo técnico 24 previsto a la izquierda en la figura 3 está formado por al menos un elemento de volumen predeterminado del segundo material 30 dispuesto en el grosor de una primera capa del primer material 35 y por al menos otro elemento de volumen predeterminado del segundo material 30 dispuesto en el grosor de una segunda capa del primer material 35 inmediatamente superior a la primera capa.

40 El microcírculo técnico 24 previsto a la derecha en la figura 3 está formado por su parte por al menos un elemento de volumen predeterminado del segundo material 30 dispuesto en el grosor de la segunda capa del primer material 35 y por al menos otro elemento de volumen predeterminado del segundo material 30 dispuesto en el grosor de una tercera capa del primer material 35 inmediatamente superior a la segunda capa.

45 Cada microcírculo técnico 24 que forma una marca permanente se fabrica aquí de manera aditiva por la deposición, durante la deposición de dos capas superpuestas y sucesivas del primer material 35, de un número determinado de elementos de volumen predeterminados del segundo material 30.

Se observará que el segundo material 30 es aquí un polímero acrílico que incluye partículas coloidales de Zirconia  $ZrO_2$  y que tiene un segundo índice de refracción complejo de aproximadamente 1,53.

50 El primer material 35 presenta por tanto un índice de refracción complejo diferente del índice de refracción complejo del segundo material 30 y más precisamente, la diferencia entre estos índices de refracción complejos es aquí del orden de

aproximadamente 0,03, siendo nulos los valores de los coeficientes de extinción.

Esta diferencia de índice de refracción complejo permite hacer visibles estos microcírculos 24 que forman marcas técnicas permanentes, por ejemplo por un óptico, sin obstaculizar por ello la visión del usuario de esta lente oftálmica 12.

Estos microcírculos técnicos 24 son detectables, por ejemplo, mediante dispositivos de iluminación y detección.

5 Se observará que la visibilidad de los microcírculos técnicos 24 es función en particular de la geometría de estos últimos, cuya geometría está definida por el número de segundos elementos de volumen predeterminados del segundo material 30 y la disposición de estos segundos elementos de volumen predeterminado unos con relación a los otros y con respecto a los primeros elementos de volumen predeterminados del primer material 35.

10 A continuación se van a describir con referencia a las Figuras 7 y 8 las etapas de fabricación aditiva de la lente oftálmica 12 que se acaba de describir, gracias en particular a la máquina 1 de fabricación aditiva ilustrada en la Figura 1.

La figura 7 es un diagrama de bloques de las etapas que permiten la fabricación de la lente oftálmica 12.

15 La unidad 2 de control y de comando está configurada para determinar una consigna de fabricación para la lente oftálmica 12, cuya consigna incluye las características geométricas del cuerpo 29 y de la primera y segunda caras 20 y 28 y las características geométricas y de posicionamiento de las marcas técnicas permanentes 24 que son función de las características geométricas del cuerpo 29 y de la primera y segunda caras 20 y 28 y del primer índice de refracción complejo.

20 Se observará que las características geométricas del cuerpo 29 y de la primera y segunda caras 20 y 28, junto con el primer índice de refracción complejo, definen un sistema de referencia óptico invisible de la lente, mientras que las características geométricas y de posicionamiento de las marcas técnicas permanentes 24 definen un sistema de referencia óptico visible de la lente, que ilustra el sistema de referencia óptico invisible.

La posición determinada y las características geométricas de las marcas técnicas permanentes 24 son en particular función de la distancia, nula o no nula, que las separa de la primera y segunda caras 20 y 28.

25 La unidad 2 de control y de comando está configurada para proporcionar en la etapa 100 (Proporcionar un archivo de fabricación característico de la geometría y de las marcas permanentes incorporadas en la lente oftálmica) un archivo de fabricación característico de la geometría y de las marcas técnicas permanentes 24 incorporadas en la lente oftálmica 12 a fabricar, cuyo archivo de fabricación se genera a partir de la consigna de fabricación previamente determinada.

30 Se trata de un archivo de fabricación característico de la geometría del cuerpo 29 y de la primera y segunda caras 20 y 28 así como del conjunto de las marcas técnicas permanentes de la lente oftálmica 12, cuyas marcas técnicas permanentes 24 se caracterizan (en posición) en función de las características geométricas del cuerpo 29 y de la primera y segunda caras 20 y 28 y del primer índice de refracción complejo en el que están realizados este cuerpo 29 y estas caras 20 y 28. Se observará que este archivo tiene en cuenta todas las funciones ópticas prescritas para la lente oftálmica 12, ya sean simples o progresivas con o sin componentes tóricos o incluso prismáticos.

Este fichero de fabricación incluye características geométricas de la superficie en un número finito de puntos, así como las características del material.

35 La unidad 2 de control y comando es a continuación configurada para determinar a partir del archivo de fabricación recibido en la etapa 100, el número de primeros elementos de volumen predeterminados y el número de capas del primer material 35 a depositar sucesivamente de manera superpuesta, así como el número de segundos elementos de volumen predeterminados del segundo material 30 a depositar y la ubicación donde depositar estos últimos durante la deposición de los primeros elementos de volumen predeterminados del primer material 35.

40 El procedimiento incluye entonces la etapa 101 (Fabricación aditiva de la lente oftálmica provista de las características geométricas ópticas y de las marcas permanentes) de fabricar de forma aditiva la lente oftálmica 12 provista de las características geométricas, ópticas y marcas técnicas permanentes 24 en el cuerpo 29 y la primera y segundas caras 20 y 28 de esta lente oftálmica 12.

45 Más precisamente, el procedimiento incluye aquí simultáneamente las etapas 110 (Fabricación aditiva de la segunda cara de la lente oftálmica), 111 (Fabricación aditiva del cuerpo de la lente oftálmica) y 112 (Fabricación aditiva de la primera cara de la lente oftálmica) (figura 8) para fabricar de manera aditiva respectivamente la segunda cara 28, el cuerpo 29 y la primera cara 20 de la lente oftálmica 12, depositando una pluralidad de capas del primer material 35 utilizando la boquilla o la rampa de boquillas 13, sobre el soporte 10 de la máquina 1.

50 El procedimiento incluye además la etapa 113 (Fabricación aditiva de las marcas permanentes de la lente oftálmica) de fabricar de manera aditiva las marcas técnicas permanentes 21 a 24 de la lente oftálmica 12 al mismo tiempo que cualquiera de las etapas 110, 111 y 112 para la fabricación aditiva respectivamente de la segunda cara 28, del cuerpo 29 y de la primera cara 20 de la lente oftálmica 12.

El procedimiento también puede incluir una etapa 102 (Pulido de la lente oftálmica) de pulido de la lente oftálmica 12 fabricada de manera aditiva.

5 Aquí, el procedimiento está configurado para fabricar la lente oftálmica 12 directamente con la forma de la montura y no requiere recorte o tallado. En una variante, el procedimiento también incluye una etapa de recortado o tallado de la lente oftálmica con la forma de la montura.

Se observará que la máquina de fabricación aditiva ilustrada en la figura 1 sólo permite implementar las etapas 100, 101 y 110 a 113 del procedimiento, mientras que las eventuales etapas 102 de pulido, recorte y tallado se llevan a cabo generalmente en una máquina de mecanizado y/o rectificadora, provista de un sistema de referencia distinto al de la máquina de fabricación aditiva.

10 Ahora se van a describir con referencia a las figuras 4 a 6 realizaciones alternativas de la lente oftálmica 12 fabricada aquí mediante impresión tridimensional utilizando la máquina de fabricación aditiva ilustrada en la figura 1, que implementa las etapas 100, 101 y 110 a 113 del procedimiento de fabricación ilustrado en las figuras 7 y 8.

Las figuras 4 a 6 son similares a la vista en corte de la figura 3 y se observará que las marcas técnicas permanentes visibles en las figuras 4 a 6 son, por lo tanto, también representativas de los microcírculos en la zona 24 de la lente oftálmica 12.

15 Se observará que las referencias utilizadas en las figuras 4 a 6 son idénticas a las utilizadas en la figura 3 porque las lentes oftálmicas 12 ilustradas en las figuras 3 a 6 son similares, con la excepción de los microcírculos que forman las marcas técnicas permanentes que están dispuestos de manera diferente sobre cada una de estas lentes oftálmicas 12 (es decir previstas en ubicaciones diferentes de las ubicaciones donde están depositadas en la figura 3).

20 En la figura 4, los microcírculos que forman marcas técnicas permanentes están previstos al nivel de la primera cara 28 de la lente oftálmica 12 porque se trata de la cara que presenta la superficie óptica más "compleja" de esta lente oftálmica 12.

Los microcírculos se fabrican aquí cada uno de ellos de manera aditiva en el grosor de las mismas dos capas del primer material 35 durante la fabricación aditiva del cuerpo 29 y de la segunda cara 28 de esta lente oftálmica 12.

25 Estos microcírculos que forman marcas técnicas permanentes se forman de la misma manera que anteriormente, es decir mediante la deposición de un número determinado de elementos de volumen predeterminados del segundo material 30 en el momento de la deposición de las capas del primer material 35.

El primer y segundo materiales son aquí idénticos a los descritos anteriormente.

La figura 5 ilustra una lente oftálmica 12 similar a la de las figuras 3 y 4 con la excepción del hecho de que los microcírculos que forman marcas técnicas permanentes se fabrican aquí cada uno de manera aditiva en el grosor de una misma capa del primer material durante la fabricación aditiva del cuerpo 29 de la lente oftálmica 12.

30 Estos microcírculos están dispuestos a distancia a la vez de la primera cara 20 y de la segunda cara 28 de esta lente oftálmica 12.

Como antes, el primer material 35 y el segundo material 30 son idénticos a los descritos anteriormente.

35 Los microcírculos que forman marcas técnicas permanentes se fabrican aquí de manera aditiva depositando un número determinado de elementos de volumen predeterminados del segundo material 30 durante la deposición (es decir al mismo tiempo) de una única capa del primer material 35.

La figura 6 ilustra una lente oftálmica 12 similar a la de la figura 5 (en lo que se refiere a la ubicación de los microcírculos en el cuerpo 29) con la excepción del hecho de que el segundo material es aquí diferente del segundo material descrito para la figura 3 y utilizado para las figuras 4 y 5, mientras que se trata del mismo primer material 35 que el descrito anteriormente.

40 El segundo material 31 es aquí un material llamado fluorescente, por ejemplo una formulación polimérica que contiene moléculas de la familia de las cumarinas.

En la lente oftálmica 12 ilustrada en la figura 6, los microcírculos que forman marcas técnicas permanentes se fabrican en el cuerpo 29 de esta lente oftálmica 12, pero contrariamente a la lente oftálmica de la figura 5, aquí, estos microcírculos se fabrican cada uno de manera aditiva durante la deposición (es decir al mismo tiempo) de dos o tres capas sucesivas y superpuestas del primer material 35.

En variantes no ilustradas:

- las marcas técnicas permanentes no se prevén en las ubicaciones ilustradas en las figuras 3 y 6 sino en otras partes de la lente oftálmica siempre que se prevean en la zona útil en función del sistema de referencia óptica invisible de la lente oftálmica;

- el primer y segundo materiales son diferentes de los indicados anteriormente, siempre que sus índices de refracción complejos sean diferentes con esta diferencia que es detectable (la diferencia entre los dos índices complejos puede recaer sobre la parte real y/o la parte imaginaria de estos índices);
  - 5 – la lente oftálmica incluye marcas técnicas permanentes a la vez al nivel de la primera cara y/o de la segunda cara y/o en el cuerpo;
  - la pluralidad de primeros elementos de volumen predeterminados yuxtapuestos y superpuestos forman capas superpuestas que presentan cada una un grosor constante o variable sobre la longitud y/o que presentan todos el mismo grosor o no;
  - 10 – el primer material es por ejemplo un material transparente formado por estereolitografía, siendo este material por ejemplo un polímero epoxi comercializado por la sociedad 3D SYSTEMS bajo la marca Accura® ClearVue™, que tiene un índice de refracción próximo a 1,5;
  - el primer material es un fotopolímero que incluye una o varias familias de moléculas que tienen una o más funciones acrílicas, metacrílicas, acrilatos, metacrilatos, una familia de moléculas que tienen una o más funciones epoxi, tioepoxi, una familia de moléculas que tienen una o más funciones viniléter, vinilcaprolactama, vinilpirrolidona o una combinación de estas funciones; pudiendo las funciones químicas mencionadas ser llevadas por monómeros u oligómeros o por una combinación de monómeros y oligómeros;
  - 15 – el primer material puede incluir al menos un fotoiniciador;
  - el primer material puede incluir coloides, en particular partículas coloidales que tienen dimensiones, por ejemplo, inferiores a las longitudes de onda visibles, tales como, por ejemplo, partículas coloidales de sílice SiO<sub>2</sub> o partículas coloidales de zirconia ZrO<sub>2</sub>;
  - 20 – el segundo material es un colorante que pertenece a las familias de los azo, o rodaminas, o cianinas, o polimetinas, o merocianinas, o fluoresceínas, o pírilo, o ftalocianinas, o perilenos, o benzantronas, o antrapirimidinas, o antrapiridonas, o incluso un colorante provisto de complejos metálicos tales como quelatos o criptatos de tierras raras;
  - el procedimiento comprende además una o más etapas antes de la eventual etapa de pulido de la lente oftálmica, por ejemplo la etapa de marcado para formar las llamadas marcas temporales;
  - 25 – la máquina de fabricación aditiva no es una máquina de impresión tridimensional sino más bien una máquina de estereolitografía (SLA por "Stereolytography Apparatus" en inglés) o una máquina de extrusión por hilo termoplástico, también llamada máquina de deposición de hilo estirado (FDM por "Fuse Deposition Modeling" en inglés); y/o
  - la unidad de comando y control no incluye microprocesador, sino más bien un microcontrolador.
- 30 Se recuerda de manera más general que la invención no se limita a los ejemplos descritos y representados.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una lente oftálmica (12), que incluye una etapa de marcado para realizar marcas técnicas permanentes (24) sobre dicha lente oftálmica (12), que presenta un cuerpo (29), una primera cara (20) y una segunda cara (28) opuesta a dicha primera cara (20), cuyas primera cara (20) y segunda cara (28) definen respectivamente una primera superficie óptica y una segunda superficie óptica; incluyendo dicho procedimiento las siguientes etapas:
- 5 – fabricar de manera aditiva (110-112) dicho cuerpo (29) y dichas primera y segunda caras (20, 28) mediante la deposición de una pluralidad de primeros elementos de volumen predeterminados de un primer material que tiene un primer índice de refracción complejo (35), para obtener dichas primera y segunda superficies ópticas;
  - 10 – fabricar de manera aditiva (113) dichas marcas técnicas permanentes (24) mediante la deposición, durante dicha deposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material (35), de al menos un segundo elemento de volumen predeterminado de un segundo material que tiene una segundo índice de refracción complejo (30, 31) diferente de dicho primer índice de refracción complejo de dicho primer material (35);
- 15 estando configurado dicho procedimiento de manera que las marcas técnicas permanentes (24) son características de un sistema de referencia óptico a aportar a dicha lente oftálmica (12) y ubicadas en dicha lente oftálmica (12) en una posición determinada función de dichas primeras y segundas superficies ópticas.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha etapa de fabricar de manera aditiva (100) comprende una etapa de determinación de una consigna de fabricación de dicha lente oftálmica (12), que incluye características geométricas de dicho cuerpo (29) y de dichas primera y segunda caras (20, 28) y características geométricas de dichas marcas técnicas permanentes (24) que son función de dichas características geométricas de dicho cuerpo (29) y de dichas primera y segunda caras (20, 28) y de dicho primer índice de refracción complejo.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que dicha posición determinada y dichas características geométricas de dichas marcas técnicas permanentes (24) son función de la distancia, nula o no nula, que las separa de dichas primera y segunda caras (20, 28).
- 30 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dicha etapa de fabricación de manera aditiva (113) de dichas marcas técnicas permanentes (24) se realiza con la deposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material (35) durante la fabricación aditiva al menos de dicho cuerpo (29) de dicha lente oftálmica (12).
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que dichas marcas técnicas permanentes (24) son realizadas en dicho cuerpo (29) de dicha lente oftálmica (12), lo más cerca posible de una al menos de dichas primera y segunda caras (20, 28) de dicha lente oftálmica (12).
- 40 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dicha etapa de fabricación de manera aditiva (113) de dichas marcas técnicas permanentes (21 - 24) se realiza con la deposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material (35) durante la fabricación aditiva al menos de una de dichas primera y segunda caras (20, 28) de dicha lente oftálmica (12).
- 45 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que dichas marcas técnicas permanentes (24) son realizadas al menos lo más cerca posible de una cara de dicha lente oftálmica (12), entre dicha primera cara (20) o dicha segunda cara (28), que presenta la mayor variación de progresión.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que dicha etapa de fabricación de manera aditiva (113) de dichas marcas técnicas permanentes (24) se realiza con la deposición por superposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material (35).
- 50 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que dicho primer material (35) y dicho segundo material (30, 31) están configurados de tal manera que la diferencia entre dicho primer índice de refracción complejo de dicho primer material (35) y dicho segundo índice de refracción complejo de dicho segundo material (30, 31) es detectable.
10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que comprende una etapa (100) de suministro de un archivo de fabricación característico de una geometría de dicho cuerpo (29) y de dichas primera y segunda caras (20, 28), así como de dichas marcas técnicas permanentes (24) de dicha lente oftálmica (12); con dichas características geométricas de dichas marcas técnicas permanentes (24) que son función de dichas características geométricas de dicho cuerpo (29) y de dichas primera y segunda caras (20, 28) y de dicho primer índice de refracción complejo.
11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que incluye una etapa de pulido de una al menos de dichas primera y segunda caras (20, 28) de dicha lente oftálmica (12).

5 12. Máquina de fabricación aditiva, caracterizada por que está configurada para realizar una lente oftálmica (12) que presenta un cuerpo (29), una primera cara (20) y una segunda cara (28) opuesta a dicha primera cara (20), cuyas primera cara (20) y segunda cara (28) definen respectivamente una primera superficie óptica y una segunda superficie óptica, y estando provistas de marcas técnicas permanentes (24) mediante la implementación de dicho procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, incluyendo la máquina (1) de fabricación aditiva:

10 un medio para fabricar de manera aditiva (110-112) dicho cuerpo (29) y dichas primera y segunda caras opuestas (20, 28) mediante la deposición de una pluralidad de primeros elementos de volumen predeterminados de un primer material que tiene un primer índice de refracción complejo (35), para obtener dichas primera y segunda superficies ópticas; y para fabricar de manera aditiva (113) dichas marcas técnicas permanentes (24) mediante la deposición, durante dicha deposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material (35), de al menos un segundo elemento de volumen predeterminado de un segundo material que tiene un segundo índice de refracción complejo (30, 31) diferente de dicho primer índice de refracción complejo de dicho primer material (35);

15 un medio de control configurado para controlar los medios de fabricación de manera aditiva para:

20 a) fabricar de manera aditiva (110-112) dicho cuerpo (29) y dichas primera y segunda caras opuestas (20, 28) mediante la deposición de una pluralidad de primeros elementos de volumen predeterminados de un primer material que tiene un primer índice de refracción complejo (35), para obtener dichas primera y segunda superficies ópticas;

25 b) fabricar de manera aditiva (113) dichas marcas técnicas permanentes (24) mediante la deposición, durante dicha deposición de una pluralidad de dichos primeros elementos de volumen de dicho primer material (35), de al menos un segundo elemento de volumen predeterminado de un segundo material que tiene un segundo índice de refracción complejo (30, 31) diferente de dicho primer índice de refracción complejo de dicho primer material (35); siendo las marcas técnicas permanentes (24) características de un sistema de referencia óptico a aportar a dicha lente oftálmica (12) y ubicadas en dicha lente oftálmica (12) en una posición determinada función de dichas primera y segunda superficies ópticas.

Fig.1

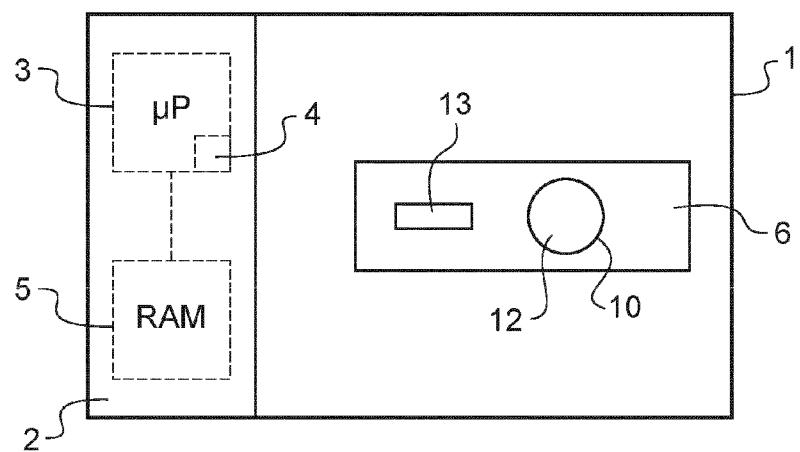
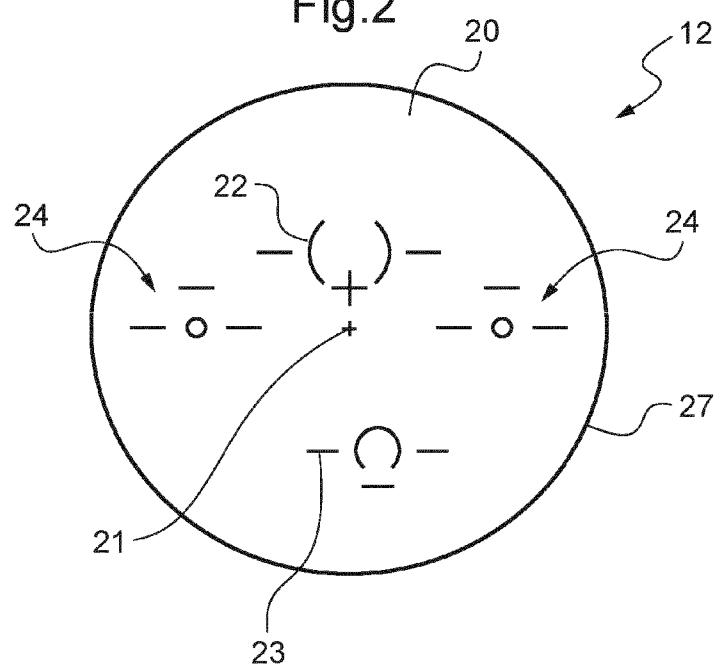


Fig.2



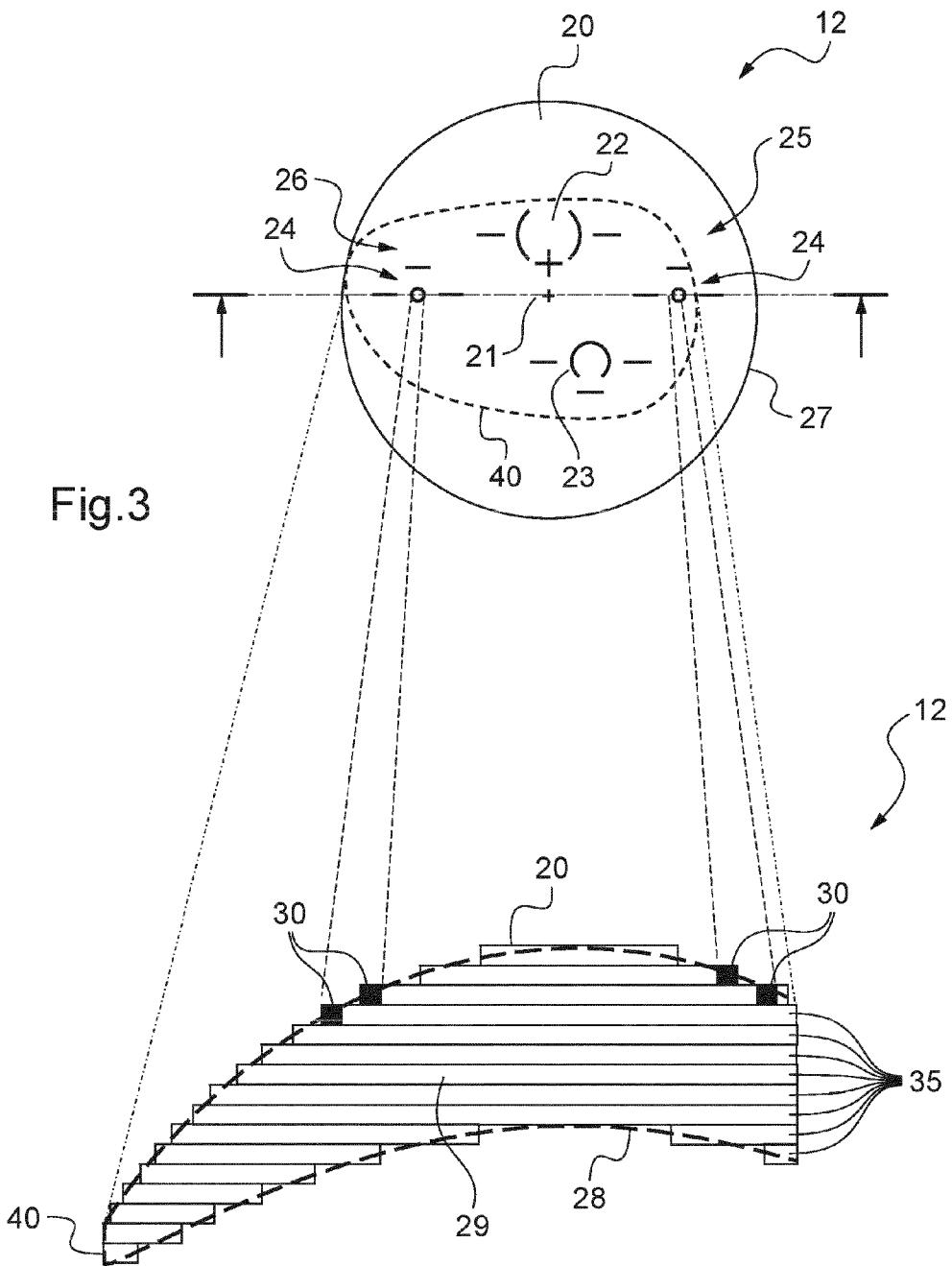


Fig.4

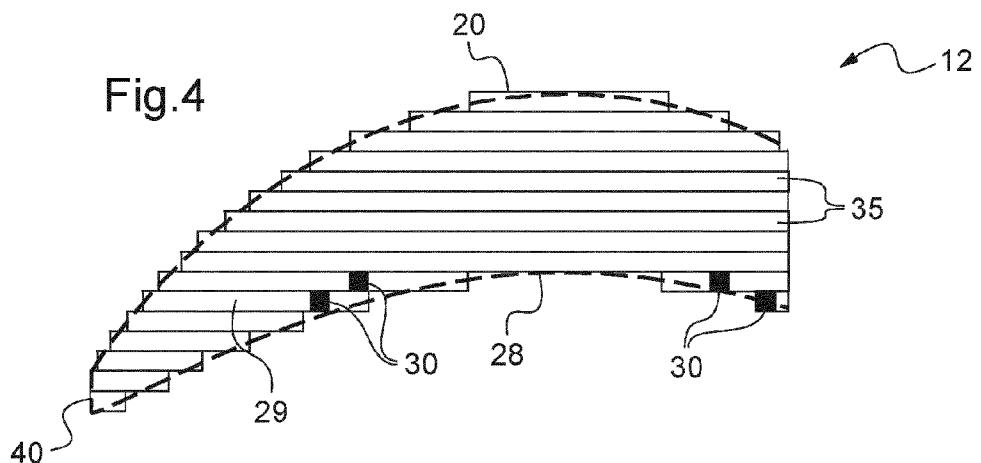


Fig.5

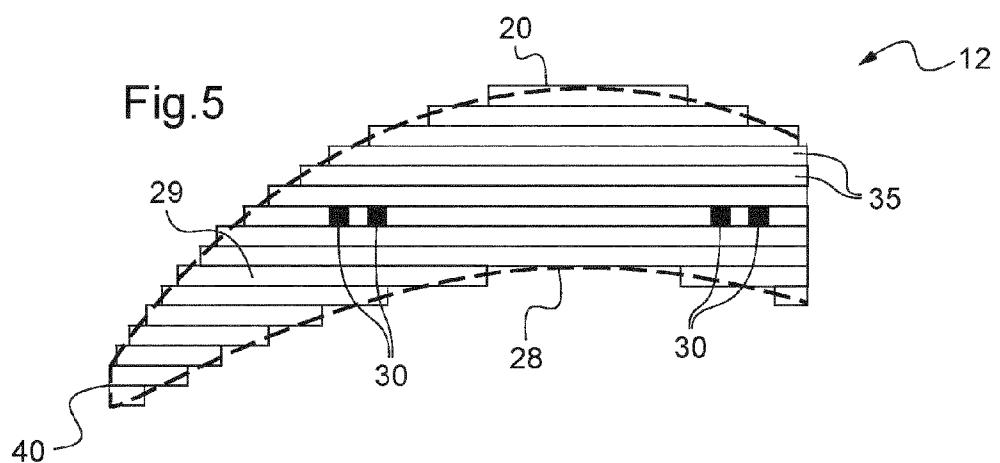


Fig.6

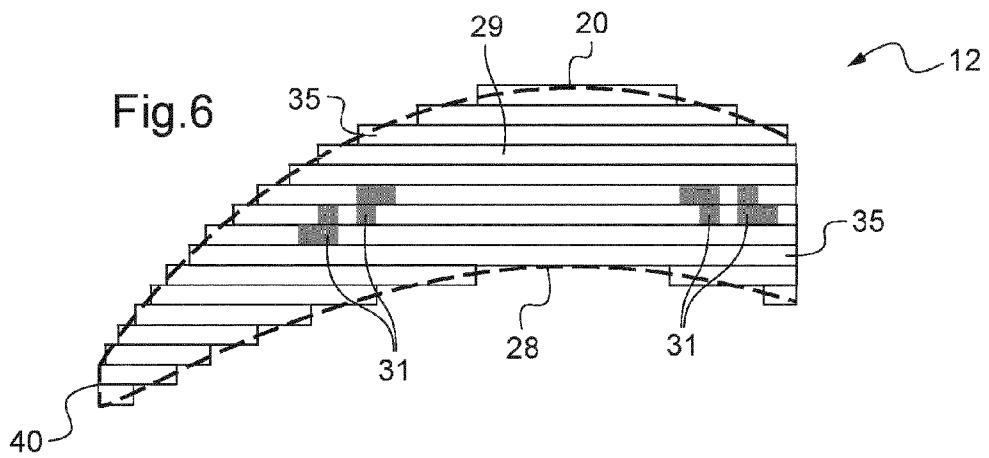


Fig.7

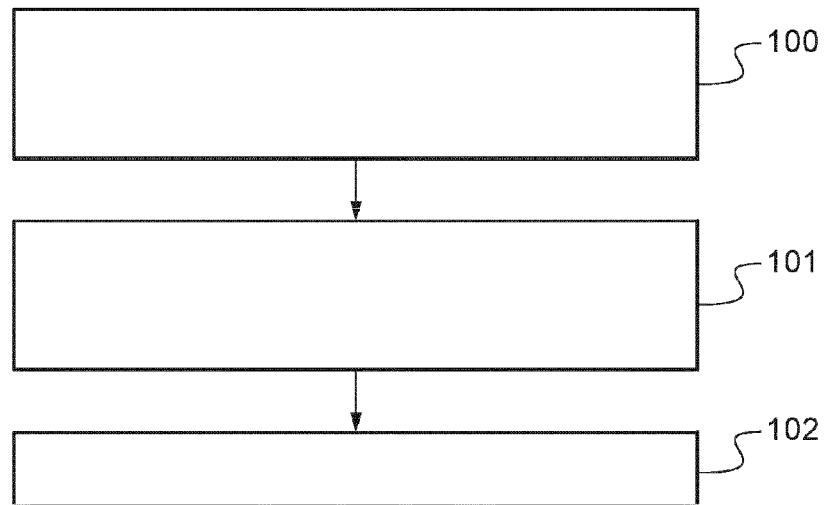


Fig.8

