(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 758 712**

(51) Int. CI.:

B29C 64/118 (2007.01)
B29D 11/00 (2006.01)
B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 80/00 (2015.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2016 PCT/EP2016/075979**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2017 WO17080842**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2016 E 16791352 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3374169**

(54) Título: **Método para producir un componente óptico mediante impresión 3D, un componente óptico y un dispositivo de iluminación**

(30) Prioridad:

09.11.2015 EP 15193626

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.05.2020

(73) Titular/es:

SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL

(72) Inventor/es:

BOONEKAMP, ERIK, PAUL;
GOMMANS, HENDRIKUS, HUBERTUS, PETRUS;
VAN HAL, PAULUS, ALBERTUS;
LIEDENBAUM, COEN, THEODORUS, HUBERTUS, FRANSISCUS y
HIKMET, RIFAT, ATA, MUSTAFA

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

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

Método para producir un componente óptico mediante impresión 3D, un componente óptico y un dispositivo de iluminación.

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método para producir un componente óptico para la manipulación de la luz mediante impresión 3D. La presente invención también se refiere a un componente óptico impreso en 3D y a un dispositivo de iluminación con un componente óptico impreso en 3D.

Antecedentes

Las ópticas de conformación de haz y mezcla de color para luminarias LED consisten típicamente en componentes extruidos o moldeados por inyección y películas microestructuradas. Un ejemplo de una película, a saber, una película lenticular, se divulga en el documento US 8705175 B1. Esta película lenticular está formada por dos películas que tienen patrones lenticulares en relieve y que se han laminado juntas.

Estos componentes ópticos requieren una inversión considerable en tiempo y dinero (costes de herramientas en particular) para producir, y la personalización para un mejor rendimiento de la aplicación, por lo tanto, rara vez es una opción factible. Las tecnologías de producción convencionales también tienen algunas limitaciones en su capacidad para producir ciertos tipos de componentes ópticos complejos. Por ejemplo, integrar múltiples materiales en un solo componente óptico es difícil usando métodos de producción convencionales.

El documento JP-A-2007008004 divulga un método para fabricar un componente óptico. El método comprende los pasos de aplicar luz selectivamente a un líquido de resina fotocurable y formar una capa de resina curada repitiendo la exposición mientras establece el área de proyección como una unidad y laminando la capa de resina curada sucesivamente para formar una forma tridimensional.

Una publicación científica titulada "Additive Manufacturing of Optically Transparent Glass", publicada en el volumen 2, número 3, de la revista 3D Printing and Additive Manufacturing, divulga una impresora de extrusión para vidrio ópticamente transparente. La impresora tiene un crisol de cerámica calentado y una boquilla de cerámica calentada independientemente que está unida al crisol. Con la impresora, el vidrio puede procesarse desde un estado fundido a un producto recocido mediante cilindros de impresión.

Resumen

En vista de lo anterior, y de acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para producir un componente óptico transmisor de luz que comprende impresión 3D, usando modelado por deposición fundida, una pila de al menos dos capas. Cada capa es un lente cilíndrico biconvexo que tiene un eje óptico perpendicular a una dirección de apilamiento de la pila. Las al menos dos capas están hechas de materiales que tienen diferentes índices de refracción. Los componentes ópticos con capas hechas de materiales que tienen diferentes índices de refracción a menudo son adecuados para fines decorativos porque pueden hacerse para exhibir una fuerte dependencia del ángulo de visión.

La pila se imprime en 3D usando modelado por deposición fundida. El modelado por deposición fundida, a veces denominado fabricación de filamento fusionado, es una técnica de impresión en 3D que es particularmente adecuada para producir componentes ópticos. Por "lente cilíndrico biconvexo" se entiende un lente que tiene dos caras convexas opuestas. Ambas caras son secciones de un cilindro.

Los objetos que se imprimen en 3D usando modelado por deposición fundida generalmente tienen una superficie ondulada, y esto a menudo se considera un artefacto no deseado. La invención se basa en la realización de que estas ondas pueden de hecho utilizarse para crear un cierto tipo de componentes ópticos para luminarias y otros tipos de dispositivos de iluminación porque las ondas hacen posible de una manera muy simple formar capas de lentes cilíndricos biconvexos que pueden usarse para manipular la luz de una gran variedad de formas, tal como para mezclar colores, difundir luz, enfocar la luz y extender la luz. El uso de la impresión 3D permite una amplia personalización de los componentes ópticos para cumplir con los requisitos específicos de la aplicación sin la necesidad de invertir en nuevos equipos, algo que generalmente es necesario cuando los componentes son películas microestructuradas o cuando se moldean por inyección o se extruyen como en la técnica anterior. Además, es posible producir componentes ópticos capaces de manipular la luz de formas que son difíciles o incluso imposibles de lograr con componentes ópticos producidos utilizando tecnologías convencionales. Por ejemplo, varios materiales que tienen diferentes propiedades ópticas pueden integrarse en el mismo componente óptico y diferentes capas pueden recibir diferentes formas geométricas.

A modo de ejemplo, los componentes ópticos que tienen todo tipo de combinaciones de porciones que están en cualquier lugar, desde transparentes hasta fuertemente dispersantes, pueden producirse mediante una elección

apropiada de material de impresión. Además, al seleccionar las condiciones de procesamiento de impresión (tal como la velocidad de impresión y el flujo de polímero) de manera adecuada, las propiedades ópticas se pueden ajustar para cada capa individualmente o incluso dentro de una sola capa, por ejemplo, aumentando o disminuyendo la tasa de flujo mientras la velocidad de impresión se mantiene constante. De hecho, de esta manera es posible producir componentes ópticos con propiedades ópticas que se ajustan en cada punto de la superficie de salida de luz del componente óptico. Tales componentes ópticos pueden, por ejemplo, adaptarse para dar forma a haces de luz de una manera muy precisa.

El uso de la impresión en 3D también facilita la producción de componentes ópticos que tienen una amplia variedad de formas diferentes, incluso formas de forma libre y formas cerradas. Por lo tanto, esta técnica permite una flexibilidad de diseño significativa, lo que facilita el suministro de componentes ópticos que cumplan por completo los requisitos específicos de la aplicación.

En resumen, el método de acuerdo con el primer aspecto de la invención combina versatilidad con rentabilidad y abre nuevas posibilidades para aplicaciones.

De acuerdo con una realización del primer aspecto de la invención, la pila se imprime en 3D de tal manera que la pila se curva en la dirección de apilamiento. Esto es deseable para algunas aplicaciones, y la impresión 3D facilita la producción de tales pilas.

De acuerdo con una realización del primer aspecto de la invención, el método comprende seleccionar condiciones de procesamiento de impresión de modo que al menos una capa tenga una relación de aspecto deseada, al menos dos capas tengan diferentes relaciones de aspecto y/o al menos un lente cilíndrico biconvexo tiene un radio de curvatura deseado. De esta manera, la propiedad de conformación del haz del componente óptico puede adaptarse con precisión al uso previsto. El componente óptico puede, por ejemplo, adaptarse para transmitir luz sin distorsión o con una gran dispersión angular.

De acuerdo con una realización del primer aspecto de la invención, al menos una capa comprende al menos uno de un material de dispersión de luz, un material absorbente de luz y un material luminiscente. Los componentes ópticos con capas transparentes y capas de dispersión, o difusas, dispuestas alternativamente exhiben fuertes efectos de ángulo incidente y pueden reducir el deslumbramiento en varios sistemas de iluminación. Los componentes ópticos con materiales absorbentes de luz se pueden usar para diseñar dispositivos de iluminación que tengan cortes agudos en su perfil de intensidad de luz. Tales dispositivos de iluminación pueden exhibir casi ningún resplandor, algo que los hace adecuados como lugares en museos, por ejemplo. Los materiales luminiscentes se pueden usar para convertir la luz de longitud de onda de fuentes de luz monocromática, tal como los diodos emisores de luz azul, para lograr una luz que parezca blanca para el ojo.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un componente óptico transmisor de luz que se imprime en 3D usando modelado por deposición fundida. El componente óptico comprende una pila de dos o más capas. Cada capa es un lente cilíndrico biconvexo que tiene un eje óptico perpendicular a una dirección de apilamiento de la pila. Las dos o más capas están hechas de materiales que tienen diferentes índices de refracción. Los efectos y características del segundo aspecto de la invención son similares a los del primer aspecto de la invención, y viceversa.

De acuerdo con una realización del segundo aspecto de la invención, la pila está curvada en la dirección de apilamiento.

De acuerdo con una realización del segundo aspecto de la invención, al menos dos capas tienen diferentes relaciones de aspecto.

De acuerdo con una realización del segundo aspecto de la invención, al menos una capa comprende al menos uno de un material de dispersión de luz, un material absorbente de luz y un material luminiscente.

Los efectos y características de las realizaciones del segundo aspecto de la invención son similares a los efectos y características de las realizaciones del primer aspecto de la invención, y viceversa.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de iluminación que comprende al menos un componente óptico como se describe anteriormente y al menos una fuente de luz. El al menos un componente óptico está dispuesto para recibir la luz emitida por la al menos una fuente de luz. Los efectos y características del tercer aspecto de la invención son similares a los del primer y segundo aspecto de la invención, y viceversa.

Se observa que la invención se refiere a todas las combinaciones posibles de características mencionadas en las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de un componente óptico.

La figura 2 muestra una vista lateral de una porción del componente óptico de la figura 1.

Las figuras 3 a 6 muestran vistas laterales esquemáticas de ejemplos adicionales de componentes ópticos.

La figura 7 ilustra esquemáticamente un método para producir un componente óptico.

La figura 8 muestra una vista lateral esquemática de un dispositivo de iluminación.

Descripción detallada de los dibujos

Las figuras 1 y 2 muestran un componente 10 óptico impreso en 3D que comprende una pila 1 de capas 2. La pila 1 se puede denominar alternativamente como un arreglo de capas o una secuencia de capas. En la figura 1 se muestran cinco capas 2, pero en otro ejemplo, por supuesto, puede haber un número diferente de capas 2. Las capas 2 están formadas por un material transmisor de luz, típicamente un polímero tal como PMMA (poli (metacrilato de metilo)), PC (policarbonato) o PET (tereftalato de polietileno). El índice de refracción del material generalmente está entre 1 y 2, por ejemplo entre 1.3 y 1.7 o entre 1.5 y 1.6. En este ejemplo, todas las capas 2 están formadas por el mismo material, por lo que todas las capas 2 tienen el mismo índice de refracción. Las capas 2 están dispuestas una encima de la otra en una dirección S de apilamiento (la dirección vertical en la figura 1). Las capas 2 están alineadas de manera que la pila 2 es recta en la dirección S de apilamiento. Cada capa 2 forma un lente cilíndrico biconvexo cuyo eje óptico OA es perpendicular a la dirección S de apilamiento. El eje óptico OA de una capa 2 es el eje a lo largo del cual la luz se propaga a través de la capa 2, y los ejes ópticos OA de las diferentes capas 2 son paralelos en este ejemplo. La luz puede entrar en las capas 2 a través de la superficie 1a de entrada de luz de la pila 1 y puede salir a través de la superficie 1b de salida de luz de la pila. Las superficies 1a, 1b de entrada y salida de luz se ondulan como resultado de la impresión 3D de las capas 2, lo que las hace abultadas hacia afuera. La pila 2 puede denominarse "de doble cara" en el sentido de que ambas superficies 1a, 1b de entrada de luz como de salida de luz están onduladas. Las superficies 1a, 1b de entrada y salida de luz también se pueden denominar superficies lenticulares.

Todas las capas 2 tienen la misma forma y tamaño en este ejemplo. La longitud de las capas 2, como se ve en una dirección perpendicular a la dirección S de apilamiento, se denota por 1. El grosor d es paralelo a la dirección S de apilamiento, y el ancho w es perpendicular a la dirección S de apilamiento y a lo largo de la dirección longitudinal. El ancho w está típicamente en el rango de 0.05 mm a 2 mm. El grosor d está típicamente en el rango de 0.05 mm a 2 mm. La longitud 1 puede variar significativamente entre aplicaciones. Para la mayoría de las aplicaciones, la longitud 1 está en algún lugar en el rango de 1 mm a 2 m.

Un parámetro de diseño útil es la relación de aspecto de una capa 2 que se define como w/d, es decir, el ancho w dividido por el grosor d. La relación de aspecto puede estar entre 1 y 5, por ejemplo entre 1 y 4 o entre 1 y 3. Sin embargo, la relación de aspecto puede ser mayor que 5, por ejemplo mayor que 10. Otro parámetro de diseño útil es el radio de curvatura R de una capa 2, es decir, la curvatura en las interfaces entre la capa 2 y el aire circundante. El radio de curvatura R cumple la relación $R = x/(1 - \cos \alpha)$, donde la distancia x y el ángulo α se definen en la figura 2. La distancia x puede estar, por ejemplo, en el rango de 0.05 mm a 2 mm. Los valores típicos del ángulo α se encuentran en el rango de 10 grados a 90 grados, por ejemplo entre 30 grados y 80 grados o entre 50 grados y 70 grados. El ángulo α puede ser, por ejemplo, de unos 60 grados.

La figura 3 muestra un componente 20 óptico que es similar al componente 10 óptico en las figuras 1 y 2, excepto que la pila 21 está curvada en la dirección S de apilamiento. Esto es el resultado de que las capas 22 se desplacen entre sí a lo largo de los ejes ópticos OA. Por lo tanto, la superficie 21a de entrada de luz es generalmente cóncava, y la superficie 21b de salida de luz es generalmente convexa. Cabe señalar que el componente 20 óptico puede tener muchos otros tipos de formas de forma libre que el ilustrado en la figura 3.

La figura 4 muestra un componente 30 óptico que es similar al componente óptico en las figuras 1 y 2, excepto que las capas 32 de la pila 31 tienen diferentes anchuras w. Como se ve en la dirección S de apilamiento, la superficie 31a de entrada de luz es recta y la superficie 31b de salida de luz es curva. Los anchos w variables dan como resultado que las diferentes capas 32 tengan diferentes relaciones w/d de aspecto. Las capas 32 tienen el mismo grosor d en este ejemplo. Otra forma de variar la relación w/d de aspecto entre las diferentes capas 32 es variando los grosores d manteniendo los anchos w constantes o variando tanto los anchos w como los grosores d.

La figura 5 muestra un componente 40 óptico que es similar al componente 1 óptico en las figuras 1 y 2, excepto que la pila 41 de este componente 40 óptico tiene dos tipos de capas 42, 42'. Los dos tipos de capas 42, 42’ tienen la misma forma y tamaño pero están hechas de diferentes materiales. Los dos materiales tienen diferentes índices de refracción. Es decir, una de las capas 42 tiene un índice de refracción n_1 y la otra capa 42’ tiene un índice de refracción n_2 que es diferente de n_1. Las capas 42, 42’ están dispuestas alternadamente en este ejemplo, pero pueden estar dispuestas de alguna otra manera en otro ejemplo. En otros ejemplos, puede haber tres o más tipos de capas hechas

de materiales que tienen diferentes índices de refracción. Además, en lugar de ser una pila recta con capas de anchos iguales, la pila 41 puede, por supuesto, ser curva y/o tener capas de diferentes relaciones de aspecto, de manera similar a las pilas 21, 31 en las figuras 3 y 4, por ejemplo.

La figura 6 muestra un componente 50 óptico que es similar al componente 10 óptico en las figuras 1 y 2. Sin embargo, el componente 50 óptico en la figura 6 tiene una pila 51 con dos tipos de capas 52, 52', una capa 52 siendo una capa transparente y la otra capa 52' siendo una capa de dispersión. La capa 52' de dispersión puede ser una capa de polímero que comprende partículas de dispersión de luz, tal como una capa de PMMA con pequeñas partículas de TiO_2. Las capas 52, 52' están dispuestas de manera que hay tres capas 52 transparentes entre cada capa 52' de dispersión, pero, por supuesto, es posible organizar las capas 52, 52’ de manera diferente. Debe observarse que en otro ejemplo, la capa 52’ de dispersión de la luz puede reemplazarse por algún otro tipo de capa, por ejemplo, una capa que contiene un tinte convertidor de luz, un pigmento convertidor de luz, un pigmento fotocrómico o un pigmento termocrómico. Además, en lugar de ser una pila recta con capas de anchos iguales, la pila 51 puede, por supuesto, ser curva y/o tener capas de diferentes relaciones de aspecto, de manera similar a las pilas 21, 31 en las figuras 3 y 4, por ejemplo.

La figura 7 ilustra esquemáticamente un método para producir un componente 60 óptico tal como los descritos anteriormente con referencia a las figuras 1 a 6. El método usa la impresión 3D para crear una pila 61 de capas 62 una encima de la otra. Cada capa 62 forma un lente cilíndrico biconvexo. Inicialmente, se imprime una primera capa en un sustrato 63 moviendo la boquilla 64 de la impresora en un trayecto recto o curvo a través del sustrato 63. Luego se imprime una segunda capa en la parte superior de la primera capa, y se pueden imprimir capas adicionales al continuar moviendo la boquilla de un lado a otro. Este proceso continúa hasta que se obtiene un número deseado de capas 62. Los materiales de impresión y/o las condiciones de procesamiento de impresión, por ejemplo, la velocidad de la boquilla y la velocidad del flujo F del material de impresión a través de la boquilla 64 determina las propiedades ópticas y geométricas de las capas 62.

La figura 8 muestra un componente 70 óptico integrado en un dispositivo 71 de iluminación. El dispositivo 71 de iluminación también incluye una fuente 72 de luz dispuesta para emitir luz al componente 70 óptico. El componente 70 óptico puede ser similar a cualquiera de los componentes ópticos descritos anteriormente con referencia a las figuras 1 a 7. La fuente 72 de luz y el componente 70 óptico están dispuestos en una carcasa 73. La fuente 72 de luz puede ser una fuente de luz de estado sólido, por ejemplo un diodo emisor de luz semiconductor, un diodo emisor de luz orgánico, un diodo emisor de luz de polímero o un diodo láser. El dispositivo 71 de iluminación ilustrado tiene solo una fuente 72 de luz, pero, por supuesto, puede haber varias fuentes 72 de luz en otro ejemplo. El dispositivo 71 de iluminación puede estar destinado a prácticamente cualquier tipo de uso doméstico o industrial en interiores o exteriores. Ejemplos de posibles aplicaciones incluyen bombillas y luminarias, tales como luces empotradas y focos. En uso, la fuente 72 de luz emite luz que entra en el componente 70 óptico a través de la superficie 70a de entrada de luz y sale del componente óptico a través de la superficie 70b de salida de luz. El componente 70 óptico está adaptado para afectar la luz emitida de alguna manera específica de la aplicación, de modo que la luz que sale del dispositivo 71 de iluminación se adapta a la aplicación prevista.

Debe observarse que en otros ejemplos de dispositivos de iluminación, el componente 70 óptico puede estar dispuesto con respecto a la fuente 72 de luz de alguna otra manera que la ilustrada en la figura 8. Por ejemplo, la pila del componente 70 óptico puede estar curvada de manera que el componente 70 óptico encierre parcial o completamente la fuente 72 de luz.

El experto en la técnica se da cuenta de que la presente invención de ninguna manera se limita a los ejemplos descritos anteriormente. Por el contrario, son posibles muchas modificaciones y variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, en lugar de ser rectas, las capas pueden tener una forma curva, o generalmente libre, en su dirección longitudinal. Además, el componente óptico puede usarse en aplicaciones sin fuentes de luz artificial, por ejemplo, concentradores solares luminiscentes y aplicaciones arquitectónicas tales como ventanas que regulan la luz del día.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un componente (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) óptico transmisor de luz, en donde el método comprende la impresión en 3D de una pila (1; 21; 31; 41; 51; 61) de al menos dos capas (2; 22; 32; 42, 42' ; 52, 52'), en donde cada capa (42, 42') es un lente cilíndrico biconvexo que tiene un eje óptico (OA) perpendicular a una dirección (S) de apilamiento de la pila (1; 21; 31; 41; 51; 61), y en donde la pila (1; 21; 31; 41; 51; 61) se imprime en 3D utilizando modelado por deposición fundida, caracterizado porque las al menos dos capas están hechas de materiales que tienen diferentes índices de refracción.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pila se imprime en 3D de manera que la pila (21) se curva en la dirección (S) de apilamiento.

3. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método comprende seleccionar condiciones de procesamiento de impresión de manera que al menos una capa (2; 22; 32; 42, 42'; 52, 52') tenga una relación de aspecto deseada.

4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método comprende seleccionar condiciones de procesamiento de impresión de modo que al menos dos capas (32) tengan diferentes relaciones de aspecto.

5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método comprende seleccionar condiciones de procesamiento de impresión de manera que al menos un lente cilíndrico biconvexo tenga un radio de curvatura deseado.

6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una capa (52') comprende al menos uno de un material de dispersión de luz, un material absorbente de luz y un material luminiscente.

7. Un componente óptico transmisor de luz que se imprime en 3D usando modelado (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) por deposición fundida, el componente óptico comprende una pila (1; 21; 31; 41; 51; 61) de dos o más capas (42, 42'), en donde cada capa (42, 42') es un lente cilíndrico biconvexo que tiene un eje óptico (OA) perpendicular a una dirección (S) de apilamiento de la pila (1; 21; 31 ; 41; 51; 61), caracterizados porque las dos o más capas están hechas de materiales que tienen diferentes índices de refracción.

8. El componente (20) óptico de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la pila (21) está curvada en la dirección (S) de apilamiento.

9. El componente (30) óptico de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en donde al menos dos capas (32) tienen relaciones de aspecto diferentes.

10. El componente (50) óptico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde al menos una capa (52') comprende al menos uno de un material de dispersión de luz, un material absorbente de luz y un material luminiscente.

11. Un dispositivo (71) de iluminación que comprende

al menos una fuente (72) de luz y

al menos un componente (70) óptico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde el al menos un componente (70) óptico está dispuesto para recibir luz emitida por la al menos una fuente (72) de luz.

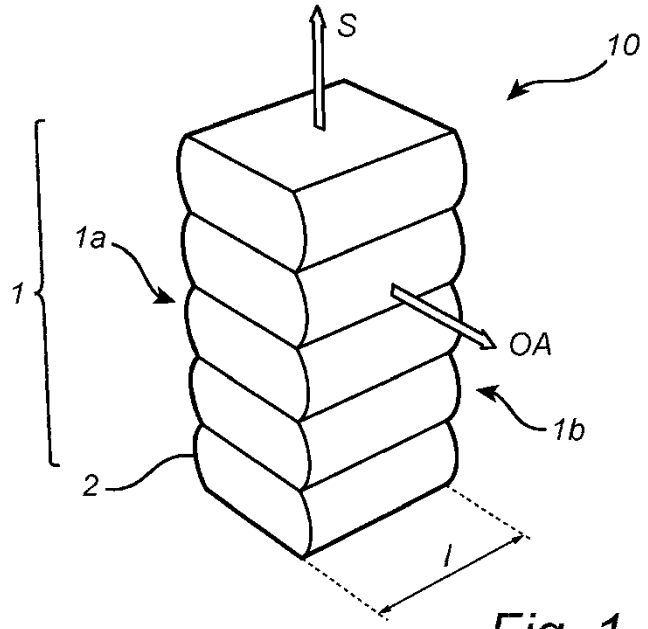

Fig. 1

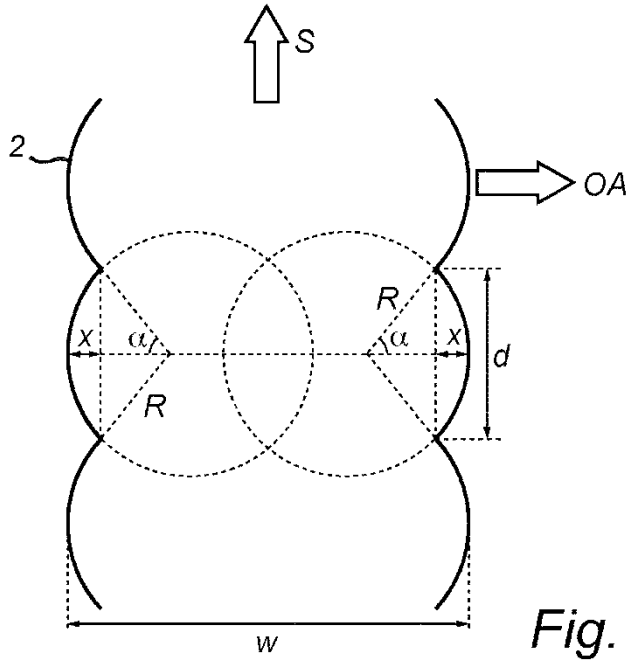

Fig. 2

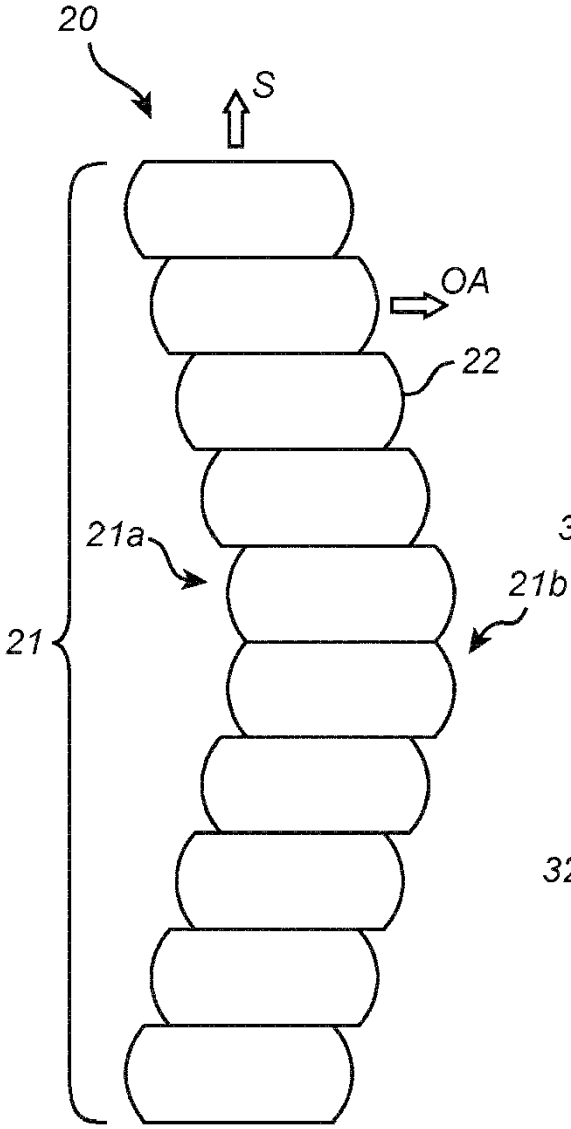

Fig. 3

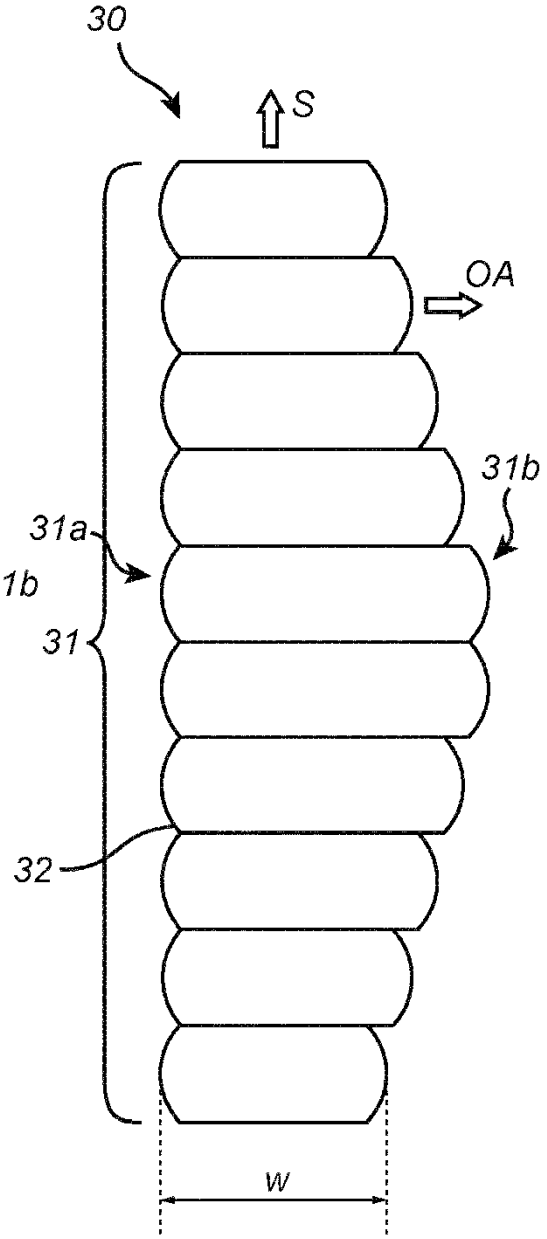

Fig. 4

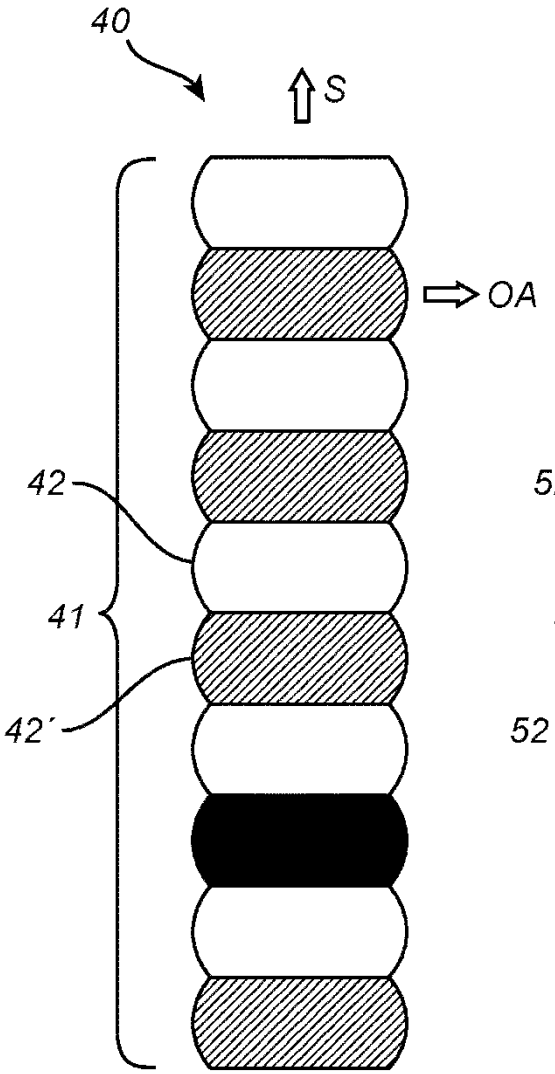

Fig. 5

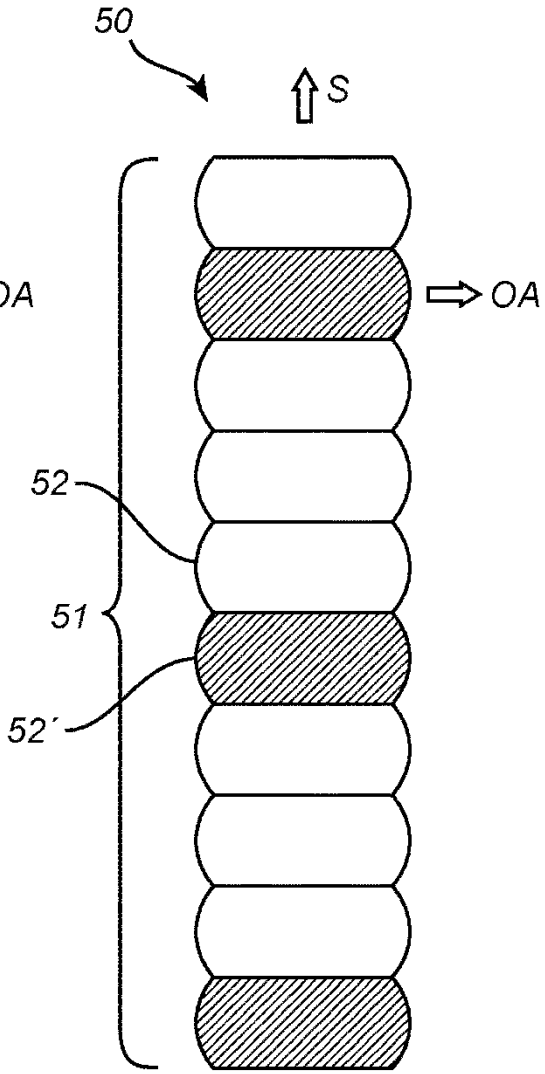

Fig. 6

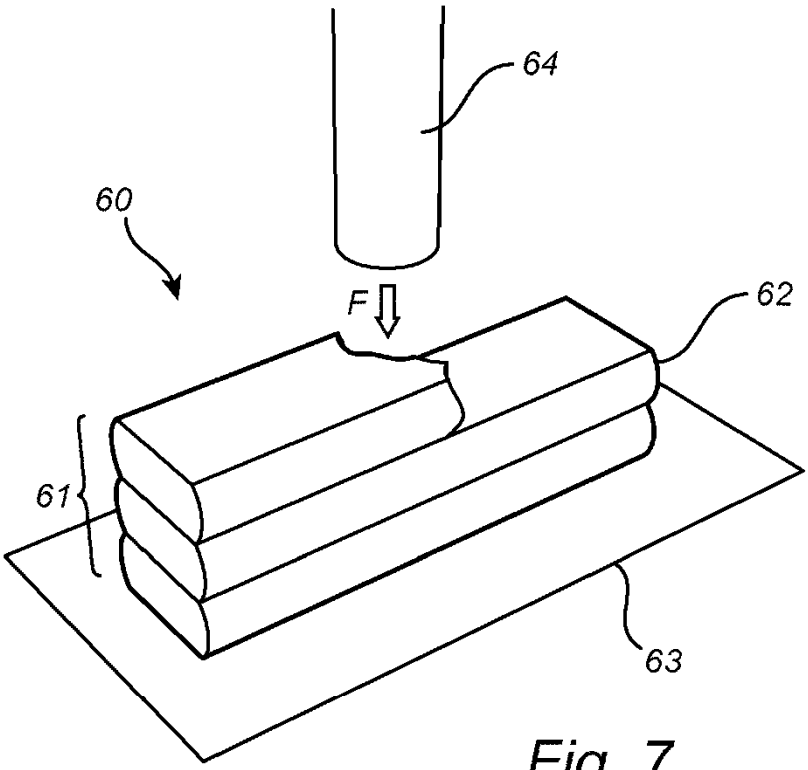

Fig. 7

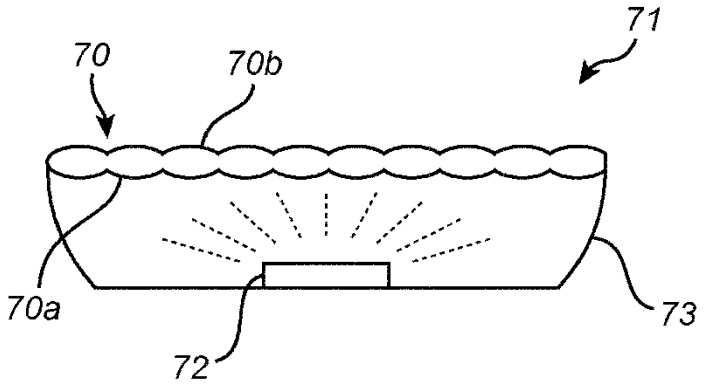

Fig. 8