

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 419 704**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

B41J 2/45 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2010 E 10702553 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2013 EP 2391498**

54 Título: **Sistema de iluminación para su utilización en un aparato de estereolitografía**

30 Prioridad:

30.01.2009 EP 09151794

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.08.2013

73 Titular/es:

**NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR
TOEGEPAST -NATUURWETENSCHAPPELIJK
ONDERZOEK TNO (100.0%)
Schoemakerstraat 97
2628 VK Delft, NL**

72 Inventor/es:

**VAES, MARK, HERMAN, ELSE;
MAALDERINK, HERMAN, HENDRIKUS;
VERMEER, ADRIANUS, JOHANNES, PETRUS,
MARIA;
JAMAR, JACOBUS, HUBERTUS, THEODOOR;
LOMMEN, ANTONIUS, HUBERTUS, JOANNES,
GERARDUS y
RIJFERS, ANDRIES**

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

ES 2 419 704 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

Sistema de iluminación para su utilización en un aparato de estereolitografía

5 La invención se refiere al sector de la estereolitografía y, más particularmente, a un sistema de iluminación para su utilización en un aparato de estereolitografía.

10 La estereolitografía, conocida asimismo como impresión en 3D, es una tecnología de fabricación rápida de prototipos para producir piezas con una precisión elevada. En una ejecución simple, la estereolitografía puede utilizar una cuba llena de resina líquida de un fotopolímero que se endurece con la luz y un láser UV controlado mediante ordenador para endurecer la resina, una capa cada vez. El proceso de construcción es esencialmente cíclico. Para cada capa que corresponde a una rodaja de la pieza a fabricar, el punto del haz láser traza la configuración de la sección transversal respectiva sobre la superficie de la resina líquida. La exposición a la luz láser endurece o solidifica la configuración trazada y la adhiere a la capa situada debajo. Una vez se ha endurecido una capa, la pieza en fabricación, que puede reposar sobre una plataforma elevadora sumergida en la cuba de resina de fotopolímero, puede ser bajada en el grosor de una única capa, de tal manera que su capa superior queda situada de nuevo justo debajo de la superficie de la resina, permitiendo la fabricación de la capa siguiente. La secuencia de etapas continúa hasta que se acaba la pieza.

20 En vez de un láser, el aparato de estereolitografía puede estar dotado de un sistema de iluminación que comprende conjuntos bidimensionales de LED y lentes, para proporcionar una iluminación selectiva de la resina de fotopolímero. El sistema de iluminación como un conjunto, puede estar dispuesto de manera que sea desplazable con respecto a la posición de la pieza a fabricar, mientras que los LED pueden estar conectados rígidamente entre sí y con las lentes. Las lentes pueden servir para representar imágenes de las superficies emisoras de luz de los LED sobre la superficie de la resina de fotopolímero. Preferentemente, cada LED está asociado con su propio punto imagen conjugado, de tal modo que un conjunto que comprenda un cierto número de LED puede producir muchos puntos imagen. Durante la producción, el sistema de iluminación puede ser desplazado realizando un escaneado con respecto a la cuba que contiene la resina de fotopolímero, mientras que los LED individuales pueden ser conectados y desconectados de forma selectiva, de modo que iluminen la superficie de la resina de acuerdo con la configuración en sección transversal de la capa a solidificar. Comparado con un láser, un sistema de iluminación basado en iluminación por LED es relativamente económico. Además, ofrece una precisión igualmente elevada con mayores velocidades de fabricación.

35 La fabricación de un sistema de iluminación fiable de una forma económica ha resultado ser problemática. El motivo principal de ello es que un sistema de iluminación capaz de iluminar una resina de fotopolímero con precisión elevada, de tal manera que permita reproducir incluso los detalles muy finos de la pieza a fabricar, debe ser capaz de producir puntos imagen suficientemente brillantes, con dimensiones bien definidas en posiciones bien definidas. El requisito de un brillo suficiente lleva a un sistema óptico con una gran apertura numérica, dado que una apertura numérica elevada permite que el sistema óptico recoja más luz de los LED. Sin embargo, una apertura numérica elevada puede estar acompañada por una elevada sensibilidad de las dimensiones del punto imagen a las posiciones exactas de los LED.

45 Es un objetivo de la presente invención dar a conocer un sistema de iluminación por LED que puede ser fabricado económicamente, cuyo diseño permite que sea utilizado en combinación con un sistema óptico que tenga una gran apertura numérica.

El documento U.S.A.-A-2005/057641 da a conocer las características del preámbulo de la reivindicación 1.

50 A este fin, la invención da a conocer un sistema de iluminación adecuado para ser utilizado en un aparato de estereolitografía con las características de la reivindicación 1.

55 Para obtener la precisión deseada en la dirección z, los LED se ponen en contacto para su nivelación con una superficie de nivelación sustancialmente plana. El término "sustancialmente plano" se refiere a superficies que tienen una planitud superficial inferior a 10 μm aproximadamente, y preferentemente inferior a 5 μm . Dicho grado de planitud superficial se puede conseguir, por ejemplo, mediante pulido óptico. La superficie de nivelación puede estar dotada, por ejemplo, de un elemento portador mecánico o un cuerpo de soporte, o mediante un conjunto de una serie de lentes, tal como se describirá más adelante. Se debe tener en cuenta que una superficie de nivelación puede estar constituida por una serie de superficies de nivelación independientes que se extienden en el mismo plano. De este modo, el término superficie de nivelación no debe ser considerado que signifique necesariamente una superficie única y continua. Ver, por ejemplo la figura 2 y el comentario posterior de la misma.

65 Para obtener una precisión de posicionado suficiente en el plano x-y, es decir el plano del conjunto bidimensional de los LED, o para mejorar la precisión de posicionado de los mismos, el sistema de iluminación según la invención puede ser fabricado utilizando LED en forma de chips, pero sin empaquetar: los denominados chips desnudos. La idea subyacente está en relación con el hecho de que los LED corrientes montados en superficie están englobados en un paquete IC, cuyo paquete, cuando es manipulado por un robot de recogida y posicionado, sirve de referencia.

Dado que las dimensiones exteriores del paquete IC pueden superar en mucho la tolerancia de posicionado deseada de los LED envasados en su interior, puede ser imposible que el robot posicione los LED de montaje en superficie con la precisión deseada. No obstante, sin la presencia entorpecedora de un paquete IC, un robot de recogida y posicionado puede determinar la posición precisa de un chip desnudo, y posicionarlo convenientemente. Comparado, por ejemplo, con la utilización de un conjunto monolítico, la fragmentación en chips de la oblea permite una utilización muy eficiente del material de la misma y contribuye de este modo a un proceso de fabricación económico. La supresión del paquete IC significa asimismo disponer una barrera térmicamente aislante entre el propio LED y el cuerpo de soporte al que está acoplado térmicamente el LED. Por consiguiente, la temperatura de funcionamiento del LED puede ser más baja, lo cual es beneficioso para su vida útil y para el rendimiento luminoso.

Según un aspecto de la invención, la superficie de nivelación está dispuesta mediante un cuerpo de soporte sustancialmente rígido que comprende, por lo menos, una primera capa, cuya capa proporciona la superficie de nivelación, y cuya capa comprende un material que tiene una conductividad térmica, por lo menos, de 150 W/mK.

Es un hecho conocido que los LED presentan sensibilidad del rendimiento luminoso a la temperatura y, de hecho, se degradan permanentemente con una temperatura excesiva. Para favorecer la duración de un conjunto de LED, e igualmente importante: la homogeneidad de su rendimiento luminoso, se debe tener cuidado en asegurar que los LED no se calientan de forma excesiva y/o desigual. Con este fin, una superficie de nivelación a la que están acoplados térmicamente los LED, puede comprender preferentemente un material que tenga una gran conductividad térmica, por ejemplo > 150 W/mK, tal como cobre o aluminio. En algunas realizaciones, el cuerpo de soporte puede comprender una serie de capas. El cuerpo de soporte puede comprender, por ejemplo, una base de Invar recubierta con una capa de cobre relativamente delgada que proporciona la superficie de nivelación. La capa de cobre que posee una conductividad térmica > 150 W/mK, puede estar en contacto con las segundas superficies de los LED y permite que los LED evacuen su calor. La capa de cobre difunde el calor y lo transfiere a la base de Invar que tiene una conductividad térmica menor pero un coeficiente de dilatación térmica más favorable (es decir, menor). La base de Invar limita los cambios en las posiciones relativas de los LED debidos a un calentamiento igual o desigual de la base por los LED. En general, cualquier capa base de este tipo tiene preferentemente un coeficiente lineal de dilatación térmica (es decir, el incremento fraccional de longitud por grado de cambio de temperatura) de $5 \cdot 10^{-6}/K$ o menor.

Como alternativa, o adicionalmente a la selección de materiales, un cuerpo de soporte sustancialmente rígido puede estar dispuesto con características estructurales que permitan una transferencia de calor adecuada. El cuerpo de soporte puede, por ejemplo, estar dotado de uno o varios canales de refrigeración a través de los cuales, durante la utilización, puede circular un fluido refrigerante, y/o aletas de refrigeración capaces de disipar el calor generado por los LED.

Las características mencionadas anteriormente, así como otras características y ventajas de la invención se comprenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de ciertas realizaciones de la invención, tomadas conjuntamente con los dibujos adjuntos, que se pretende que ilustren y no que limiten la invención.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es una vista en sección esquemática de un aparato de estereolitografía a modo de ejemplo en el que se puede utilizar el sistema de iluminación según la presente invención; y

Las figuras 2 a 4 muestran de forma esquemática ciertas realizaciones de un sistema de iluminación según la presente invención.

Las figuras 5A y 5B muestran una vista lateral esquemática y una vista en perspectiva de una realización adicional.

En los dibujos, los números de referencia idénticos identifican elementos similares. Los tamaños, formas, posiciones relativas y ángulos de los elementos en los dibujos no están necesariamente dibujados a escala, y algunos de estos elementos pueden estar ampliados y situados arbitrariamente para mejorar la legibilidad de los dibujos. Además, las formas particulares de los elementos, tal como están dibujados, no pretenden transmitir ninguna información relativa a la forma real de los elementos particulares, y pueden haber sido seleccionados únicamente para mayor facilidad de reconocimiento en los dibujos.

Descripción detallada

En primer lugar se hace referencia a la figura 1, que muestra una vista lateral en sección de un aparato -1- de estereolitografía (SLA) a modo de ejemplo, en el que se puede poner en práctica el sistema de iluminación según la presente invención. El SLA -1- puede ser utilizado para la fabricación por capas de un objeto tangible -2-, tal como un prototipo o un modelo de un artículo de fabricación. El SLA -1- comprende una placa portadora -4-, un depósito de líquido -10- y un sistema de iluminación -30-.

Durante la fabricación, el objeto tangible -2- está suspendido de la placa portadora -4- a la que se adhiere la primera capa fabricada del objeto -2-, e indirectamente asimismo las capas siguientes. La placa portadora -4- se puede desplazar en una dirección -6- por medio de un mecanismo de accionamiento (no mostrado) y es desplazada hacia arriba en el grosor de una capa cada vez que ha sido fabricada una nueva capa.

El depósito de líquido -10- está lleno de una resina líquida -14-, fotoendurecible. Una placa inferior -12- del depósito de líquido -10- es ópticamente transparente a la luz emitida por el sistema de iluminación -30-, que se describirá más adelante. La placa inferior -12- funciona asimismo como una forma constructiva que delimita un lado de una capa líquida -16- que debe ser solidificada (parcialmente). Es evidente que una vez que se ha fabricado una capa y la placa portadora -4- es desplazada hacia arriba en el grosor de una capa, el espacio entre la última capa fabricada y la placa inferior -12- se llena de resina -14-, de manera tal que se forma dicha capa líquida -16-.

El SLA -1- comprende asimismo un sistema de iluminación -30- que está adaptado para iluminar de manera selectiva una zona predeterminada de la capa líquida -16-. Como resultado de la iluminación, se puede obtener una capa sólida -18- del objeto tangible -2-, teniendo dicha capa -18- una forma predeterminada de acuerdo con la configuración de iluminación aplicada. El sistema de iluminación -30- incluye un conjunto -32- de LED y un sistema de reproducción de imágenes que comprende dos conjuntos -40-, -42- de una serie de lentes. En otras realizaciones, el sistema de reproducción de imágenes puede comprender un número diferente de conjuntos de múltiples lentes, por ejemplo, solamente uno, y/o otros elementos, dependiendo de la configuración deseada.

Con una apertura numérica elevada, por ejemplo una apertura numérica comprendida dentro de una gama de 0,3 a 0,8 o incluso mayor que 0,8, unos cambios ligeros en la posición de un LED pueden tener unos efectos amplificados en las dimensiones de su punto imagen conjugado. A modo de ejemplo: los puntos imagen en cuestión pueden tener un diámetro del orden de 100 μm , con lo que se pueden conseguir unas distancias de separación efectivas de 50 μm . Si un LED se situara a 10 μm de su posición ideal (en una dirección paralela al eje óptico del sistema óptico) esta desviación podría producir un incremento del diámetro del punto imagen, aproximadamente de 30 μm . Evidentemente, esta es una aberración significativa y de hecho inaceptable. Las desviaciones de los LED de sus posiciones ideales en direcciones perpendiculares al eje óptico del sistema óptico no pueden ser amplificadas, sino que simplemente pasan a la imagen. Asimismo, cuando se pretende una distancia de separación efectiva de los puntos de 50 μm o menos, unas desviaciones de 10 μm pueden afectar gravemente a la resolución del sistema.

De esta manera, el deseo de utilizar un sistema óptico que tenga una gran apertura numérica, se traduce entre otras cosas, en correspondientes tolerancias de posicionado de los LED. Tal como se muestra, las tolerancias posicionales deseadas actualmente para los LED son menores de 10 μm en cada una de las direcciones x, y y z, en las que el plano x-y es el plano del conjunto de LED bidimensional y la dirección z se extiende en una dirección perpendicular al mismo. Dicho posicionado preciso parece inalcanzable utilizando los montajes superficiales habituales de LED montados sobre placas de circuito impreso (en múltiples capas). Las tolerancias dimensionales de los LED pueden superar fácilmente los 10 μm mencionados anteriormente, impidiendo que un robot de recogida y colocación los posicione con la precisión deseada, mientras que las placas de circuito impreso de múltiples capas que proporcionan las conexiones eléctricas para cada LED individual son difíciles de mantener planas, en particular en las zonas superficiales relativamente grandes requeridas por los conjuntos de LED. Por el contrario, un conjunto monolítico de LED, es decir, una oblea completa (una sección) que comprende una pluralidad de LED, ofrece una alternativa que supera en precisión de posicionado a los LED individuales. Esto se debe a que el proceso de fabricación de las obleas garantiza en sí mismo la exactitud. No obstante, cuando aumenta la distancia de separación deseada entre los LED adyacentes en el conjunto, se desperdicia esencialmente más material valioso de la oblea. En las distancias habituales de separación de 1 mm aproximadamente y mayores, los costes de utilizar un conjunto monolítico resultan inaceptablemente elevados.

Aunque la precisión de posicionado de los LED es un problema importante en sí mismo, deben cumplirse asimismo requisitos adicionales de diseño. Estos requisitos incluyen la controlabilidad individual de cada LED, que requiere vías de acceso eléctrico individuales para cada LED, y un buen sistema de gestión térmica que impida una degradación rápida y/o desigual de los LED debido a su desfavorable sensibilidad a las temperaturas elevadas.

El conjunto de LED -32- comprende una serie de LED -34-. Los LED -34- están dispuestos en un plano bidimensional, preferentemente en forma similar a una cuadrícula, de tal manera que los LED componen filas y columnas equidistantes, orientadas perpendicularmente, definiendo cada LED un punto de la cuadrícula. Cada uno de los LED -34- posee una superficie -36- de emisión de luz que está situada frente a la placa inferior -12- del depósito de líquido -10-, la cual es sustancialmente paralela al plano bidimensional del conjunto -32- de los LED. Un controlador -38- puede estar dispuesto para controlar, es decir, desconectar y conectar (con la intensidad deseada) los LED individuales -34- en el conjunto -32-, de tal manera que cree una configuración bidimensional variable en el tiempo de los LED iluminados, que puede ser proyectada sobre la capa -16- de resina líquida.

Los conjuntos sustancialmente planos -40-, -42- de la serie de lentes están dispuestos entre las superficies emisoras de luz -36- de los LED -34- y la capa de líquido -16- que debe ser endurecida de forma selectiva. Cada uno de los conjuntos -40-, -42- comprende una serie de lentes -44-, preferentemente una para cada LED -34-. Las lentes -44- pueden estar dispuestas preferentemente coincidiendo con la disposición de los LED -34- en el conjunto -32-. Los

conjuntos -40-, -42- de la serie de lentes pueden ser del tipo plano-convexo, teniendo de este modo un lado plano -46- que define el lado plano de todas las lentes -44-, y una pluralidad de secciones convexas -48-, conformadas parcialmente de forma esferoidal, una para cada lente -42-. Los conjuntos -40-, -42- de la serie de lentes pueden estar orientados en oposición, tal como se muestra en la figura 1. Conjuntamente, la serie -40-, -42- de conjuntos de lentes forma un sistema de reproducción de imágenes que está adaptado para formar una imagen de una configuración de LED iluminados sobre la capa -16- de líquido, de tal modo que cada LED iluminado -34- produce un punto independiente, conjugado, en una zona predeterminada de la capa -16- de líquido. El conjunto -40-, -42- de la serie de lentes puede estar fabricado de una diversidad de materiales, incluyendo cristal, sílice fundida y plástico.

El sistema de iluminación -30- puede estar dispuesto de forma desplazable debajo de la placa inferior -12- del depósito -10- de líquido, de tal manera que se puede desplazar en una dirección -8- paralela a la placa inferior -12- del depósito -10- de líquido. El desplazamiento del sistema de iluminación -30- puede ser controlado por medio del controlador -38- mencionado anteriormente que controla asimismo la iluminación de los LED -34-. En la práctica, el sistema de iluminación -30- se puede desplazar rectilíneamente en una dirección que se extiende con un cierto ángulo con respecto a las direcciones de las filas y columnas del conjunto de LED -32- para mejorar la resolución efectiva del sistema. Esta técnica está descrita con mayor detalle en la solicitud EP 07150447.6 pendiente con la actual, a nombre del solicitante.

Ahora que se ha aclarado el contexto operativo del sistema de iluminación -30-, debe prestarse atención a las figuras 2 a 4 que muestran de forma esquemática ciertas realizaciones de la misma con mayor detalle.

La figura 2 es una vista esquemática en sección de una realización de un sistema de iluminación -30-, según la presente invención. Además de los LED -34- y de los conjuntos -40-, -42- de la serie de lentes ya mostrados en la figura 1, la figura 2 representa un cuerpo de soporte -50- y vías de acceso eléctrico -56-.

Los LED -34-, que en la realización de la figura 2 son chips desnudos, están en contacto mecánico y térmico con el cuerpo de soporte -50- a través de sus segundas superficies -37-. El cuerpo de soporte -50-, que puede ser una placa u otro cuerpo conformado adecuadamente, puede estar fabricado parcialmente de un material que tenga una gran conductividad térmica, por ejemplo $> 150 \text{ W/mK}$, tal como aluminio o cobre. Una buena conductividad térmica permite que el cuerpo de soporte sirva de disipador del calor y desvíe el calor excesivo lejos de los LED -34- con el objeto de prolongar su vida útil e impedir la degradación de su rendimiento luminoso. Puede impedir asimismo un calentamiento recíprocamente desigual de los LED -34- que podría conducir a una producción desigual de luz en todo el conjunto -32-. Durante la fabricación, se pule la superficie superior del cuerpo de soporte, por ejemplo, ópticamente, para obtener una superficie de nivelación -52- lisa y sustancialmente plana. La planitud de la superficie de la superficie de nivelación pulida -52- puede ser menor de $10 \mu\text{m}$, y preferentemente menor de $5 \mu\text{m}$. Después del tratamiento de pulido, se pueden mecanizar ranuras en el lado superior del cuerpo de soporte -50-. En la realización de la figura 2, las ranuras alojan las vías de acceso eléctrico -56-, mientras que los nervios -54- entre las mismas proporcionan soporte mecánico a los LED -34-. Debido al método de fabricación, los nervios -54- tienen unas superficies superiores -52- sustancialmente planas que se extienden todas ellas en el mismo plano. Por consiguiente pueden ser consideradas, todas ellas conjuntamente, como una "superficie de nivelación" en el significado de este texto. Las segundas superficies -37- sustancialmente planas de los LED -34- pueden estar fijadas a la superficie de nivelación -52- por medio de una capa delgada de adhesivo. Preferentemente, el adhesivo puede ser térmicamente conductor. Si se desea, el adhesivo puede contener asimismo separadores tales como esferas de cristal o de poliestireno para ayudar a determinar la distancia exacta entre la superficie de nivelación -52- y las segundas superficies -37- de los LED -34-. Una distancia exacta de separación no solamente contribuye a la precisión de posicionado de los LED -34-, sino que define asimismo con precisión el grosor de la capa de unión entre los LED y la superficie de nivelación -52-. Dado que el grosor de la capa de unión es aproximadamente proporcional a la resistencia térmica de la capa, la constancia del grosor de la capa de unión para todos los LED del conjunto es una característica que contrarresta su calentamiento desigual y su degradación.

Las vías de acceso eléctrico -56- pueden estar dispuestas en forma de una placa de circuito impreso (PCB) de múltiples capas. Las PCB de múltiples capas permiten una elevada densidad de las vías de acceso eléctrico -56-, lo cual es un requisito práctico debido al empaquetado relativamente compacto de los LED -34-. Por ejemplo, de $1 \text{ a } 2 \text{ mm}^2$ de superficie de nivelación -52- pueden estar dispuestos habitualmente con un LED -34-, mientras que un sistema de iluminación -30- puede comprender en total muchos miles de LED controlables individualmente. Tal como se ha mencionado, las vías de acceso eléctrico -56- están dispuestas, por lo menos parcialmente, en las ranuras entre los nervios -54-. Esta configuración impide que las vías de acceso eléctrico -56- constituyan una obstrucción a la luz radiada por los LED -34- hacia el conjunto -40- de la serie de lentes. Las conexiones eléctricas de los LED -34- a las vías de acceso eléctrico -56- se pueden efectuar a través de uniones por cable -58- que pueden conectar de manera selectiva las placas de contacto eléctrico de los LED de chip desnudo a las vías de acceso eléctrico -56-.

La figura 3 muestra una segunda realización alternativa del sistema de iluminación -30-. En esta realización, se utiliza un cuerpo cerámico de soporte -50- que tiene una conductividad térmica elevada. Para favorecer aún más la eliminación de calor, el cuerpo de soporte -50- puede estar dotado adicionalmente de uno o varios canales -60- por los cuales puede circular un fluido refrigerante. A diferencia de la realización de la figura 2, el cuerpo cerámico -50-

de soporte mostrado en la figura 3 tiene una superficie de nivelación única continua -52-. Esta superficie de nivelación -52- ha sido pulida para obtener el grado deseado de planitud superficial. No se han mecanizado ranuras en el cuerpo de soporte -50- durante su fabricación para alojar las vías de acceso eléctrico -56-. En cambio, dichas vías de acceso eléctrico -56- están mantenidas mediante capas de una película gruesas que puede ser aplicada a la superficie de nivelación -52-, por ejemplo, mediante serigrafía. Los apilamientos de capas representados esquemáticamente, mostrados en la figura 3, pueden estar fabricados de capas alternativamente conductoras y no conductoras. Las uniones -58- mediante cable pueden ser utilizadas para conectar de manera selectiva las placas de contacto eléctrico de los LED -34- de chip desnudo, a las capas conductoras respectivas. Al igual que en la realización de la figura 2, los LED -34- pueden estar fijados a la superficie de nivelación -52- por medio de un adhesivo preferentemente térmicamente conductor que comprenda o no separadores.

En las realizaciones de las figuras 2 y 3, el cuerpo de soporte -50- proporciona soporte mecánico y refrigeración térmica a los LED -34-. El suministro de energía eléctrica se realiza por medio de las vías de acceso eléctrico -56-. Esta situación debe ser diferenciada de una instalación más tradicional en la que los LED montados en la superficie están simplemente colocados sobre una PCB, cuya PCB debe realizar las tres funciones. Dicha instalación no permite un posicionado preciso de los LED, en particular debido a que las PCB de capas múltiples tienen en general unas tolerancias inaceptablemente amplias en la dirección z.

La figura 4 muestra una realización en la que los LED -34- están, sin embargo, situados sobre una PCB de capas múltiples que está dispuesta en la superficie superior de un cuerpo de soporte -50-. No obstante, la alineación precisa de los LED -34- en la dirección z no se realiza por medio de la fijación de los LED -34- al plano lateral -46- del conjunto -40- de la serie de lentes, cuyo lado -46- sirve de superficie de nivelación. Para permitir dicha configuración, los LED -34- utilizados son preferentemente los denominados chips invertidos ("flip chips") (chips desnudos). Sus superficies -36- de emisión de luz carecen de placas de contacto eléctrico y, por consiguiente, son sustancialmente planas. En una realización, las superficies -36- de emisión de luz de los LED -34- pueden estar adheridas al plano lateral -46- sustancialmente plano del conjunto -40- de la serie de lentes utilizando un adhesivo ópticamente transparente, de tal manera que se obtenga una alineación correcta en la dirección z. Durante la fabricación, los LED -34- pueden ser fijados en primer lugar al plano lateral -46- del conjunto -40- de la serie de lentes y, a continuación, después que el adhesivo ha fraguado y las posiciones relativas de los LED -34- están fijadas, ser conectados a las vías de acceso eléctrico -56- de la PCB, por ejemplo, utilizando soldadura por ultrasonidos o un adhesivo conductor anisótropo. En una realización alternativa, los LED pueden no estar pegados al conjunto de la serie de lentes. Pueden estar conectados, por ejemplo, en primer lugar a las vías de acceso eléctrico -56- de la PCB, en donde puede disponerse un adhesivo flexible entre las segundas superficies -37- de los LED -34- y la superficie superior de la PCB. A continuación, se puede colocar en posición el conjunto -40- de la serie de lentes, de tal modo que su plano lateral -46- empuja suavemente contra las superficies -36- de emisión de luz de los LED -34- para alinearlos en la dirección z. Cuando todos los LED -34- están correctamente alineados, el adhesivo flexible puede fraguar para sujetar permanentemente las orientaciones relativas de los LED. Una ventaja de la primera realización es que los LED -34- están fijados al conjunto -40- de la serie de lentes con una elevada precisión de posicionado. En consecuencia, no es necesaria una alineación independiente de los LED -34- y del conjunto -40- de la serie de lentes, y las diferencia en los coeficientes de dilatación térmica entre el conjunto de la serie de lentes por una parte, y el cuerpo de soporte y/o la PCB por otra parte ya no pueden producir errores de alineación de los LED con respecto al conjunto de la serie de lentes.

Las figuras 5A y 5B muestran una vista lateral esquemática y una vista en perspectiva, respectivamente, de una realización adicional que tiene ranuras -55- que alojan la PCB -56-, mientras que, los nervios -54- entre las ranuras -55- proporcionan soporte mecánico a los LED -34-. Se muestra que pueden disponerse una serie de LED -34- en la superficie -52-; los cuales están controlados por grupos por medio de circuitos eléctricos dispuestos en las PCB -56-, en las ranuras -55-. Esto proporciona una ventaja térmica ya que los LED no están situados cada uno de ellos sobre nervios estrechos dimensionados a la distancia entre los LED, que de otro modo limitarían la conductividad térmica a los canales de refrigeración -60-.

Las estructuras -56- de las vías de acceso eléctrico en la PCB pueden estar apiladas en una configuración vertical, es decir, extendiéndose la PCB en un plano transversal a la superficie de nivelación -52-. Esto optimiza la distancia del intersticio, que puede mantenerse mínima entre LED -34- consecutivos.

De este modo, mediante la utilización de la ranura -55- para expansionar una zona plana de la PCB, simplemente es suficiente una estructura de PCB simple o de dos capas para proporcionar todas las vías de acceso electrónico desde las LED hasta los IC -57-.

Además, mediante la disposición de un circuito de control -57- en la ranura -55-, se puede acortar la distancia entre los controladores IC -57- y los LED. La estructura -56- mostrada de las PCB se extiende además, en la realización preferente, en el plano de la superficie de nivelación -56- y tiene aberturas -59- para alojar LED -34- que están dispuestos directamente sobre la superficie de nivelación.

Las aberturas están fabricadas sustancialmente mayores que el tamaño de los LED, de tal manera que la tolerancia en la posición de la PCB con respecto a los LED es elevada. La PCB -56- es una PCB de tipo flexible y está plegada

de tal manera que por lo menos la parte con los IC -57- encaja en las ranuras -55-, y la parte con los orificios para los LED reposa plana sobre el substrato -50-.

5 Aunque se han descrito realizaciones ilustrativas de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, se debe comprender que la invención no está limitada a estas realizaciones. Un experto en la materia puede realizar diversos cambios o modificaciones sin apartarse del alcance de la invención tal como está definida en las reivindicaciones. Además se debe tener en cuenta que la aplicación del sistema de iluminación descrito anteriormente no está limitada al sector de la estereolitografía. Por ejemplo, puede ser aplicada a otros sectores de la industria de la impresión.

10

Lista de elementos

- 1- Aparato de estereolitografía (SLA)
- 2- Objeto tangible
- 15 -4- Placa portadora
- 6- Dirección de desplazamiento de la placa portadora
- 8- Dirección de desplazamiento del sistema de iluminación
- 10- Depósito de líquido
- 12- Placa inferior del depósito de líquido
- 20 -14- Resina fotoendurecible
- 16- Capa líquida
- 18- Capa sólida del objeto tangible -2-
- 30- Sistema de iluminación
- 32- Conjunto de LED
- 25 -34- LED
- 36- Superficie de emisión de luz del LED
- 38- Controlador
- 40- Conjunto de la serie de lentes
- 42- Conjunto de la serie de lentes
- 30 -44- Lente
- 46- Plano lateral de la lente
- 48- Lado convexo de la lente
- 50- Cuerpo de soporte
- 52- Superficie del cuerpo de soporte
- 35 -54- Nervio
- 56- Vías de acceso eléctrico
- 58- Unión mediante cable
- 60- Canales de refrigeración

40

REIVINDICACIONES

1. Sistema de iluminación (30) que comprende:
- 5 - una pluralidad de diodos emisores de luz (LED) (34), teniendo cada LED, por lo menos, una primera superficie (36) de emisión de luz y una segunda superficie (37), siendo, por lo menos, una de las primera y segunda superficies sustancialmente plana;
- una pluralidad de vías de acceso eléctrico (56) conectadas de forma selectiva a los LED respectivos, de tal manera que cada LED puede ser controlado individualmente; y
- 10 - una superficie de nivelación (46, 52), en el que la superficie de nivelación es sustancialmente plana y en contacto de nivelación, por lo menos, con una superficie (37, 36) sustancialmente plana de cada LED, de tal manera que un conjunto bidimensional de LED se extiende en un plano paralelo a la superficie de nivelación,
- 15 **caracterizado porque** la superficie de nivelación (52) está dotada de un cuerpo de soporte (50), en el que una superficie del cuerpo de soporte (50) está dotada de ranuras definidas por medio de nervios intermedios (54), en cuyas ranuras están, por lo menos parcialmente, encajadas las vías de acceso eléctrico (56), mientras que los LED (34) están dispuestos sobre los nervios intermedios (54) que proporcionan la superficie de nivelación (52).
2. Sistema de iluminación, según la reivindicación 1, en el que la superficie de nivelación (46, 52) tiene una planitud superficial, por lo menos de 10 µm, más preferentemente, por lo menos de 5 µm.
- 20 3. Sistema de iluminación, según la reivindicación 1 ó 2, en el que los LED (34) son chips desnudos.
4. Sistema de iluminación, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos una superficie sustancialmente plana de cada LED (34) está conectada a la superficie de nivelación (46, 52) por medio de un adhesivo.
- 25 5. Sistema de iluminación, según la reivindicación 4, en el que el adhesivo comprende separadores, comprendiendo dichos separadores esferas de cristal o de polistireno.
- 30 6. Sistema de iluminación, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo de soporte (50) comprende, por lo menos una primera capa, cuya capa proporciona la superficie de nivelación (52), y cuya capa comprende un material que tiene una conductividad térmica, por lo menos de 150 W/mK.
- 35 7. Sistema de iluminación, según la reivindicación 6, en el que el cuerpo de soporte (50) comprende una segunda capa que comprende un material que tiene un coeficiente de dilatación térmica de $5 \cdot 10^{-6}$ o menor.
8. Sistema de iluminación, según cualquiera de las reivindicaciones 6-7, en el que tanto los LED (34) como las vías de acceso eléctrico (56) están dispuestas en la superficie de nivelación, de tal modo que las vías de acceso eléctrico se extienden, por lo menos parcialmente, entre los LED, de tal modo que las vías de acceso eléctrico están dispuestas por medio de tecnología de película gruesa, por ejemplo, serigrafía.
- 40 9. Sistema de iluminación, según cualquiera de las reivindicaciones 1, 6 ó 7, en el que las vías de acceso eléctrico (56) están dispuestas en forma de placa de circuito impreso.
- 45 10. Sistema de iluminación, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los LED (34) son del tipo de chip desnudo, teniendo superficies (36) de emisión de luz sustancialmente planas y teniendo sus conexiones eléctricas en sus respectivas segundas superficies (37), y en el que un plano lateral (46) de un conjunto (40) de la serie de lentes proporciona la superficie de nivelación (46), de tal modo que las superficies (36) de emisión de luz de los LED están en contacto para su nivelación con el plano lateral del conjunto de la serie de lentes.
- 50 11. Sistema de iluminación, según la reivindicación 10, en el que las vías de acceso eléctrico (56) a las que están conectados los LED (34) en sus segundas superficies (37) están, por lo menos parcialmente, dispuestas en forma de placa de circuito impreso (50).
- 55 12. Sistema de iluminación, según la reivindicación 10-11, en el que las lentes (44) del conjunto (40) de la serie de lentes están dispuestas coincidiendo con la disposición de los LED (34), de tal modo que la superficie (36) de emisión de luz de cada LED está asociada principalmente con una lente (44) del conjunto (40) de la serie de lentes.
- 60 13. Aparato de estereolitografía (1) que comprende un sistema de iluminación (30) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

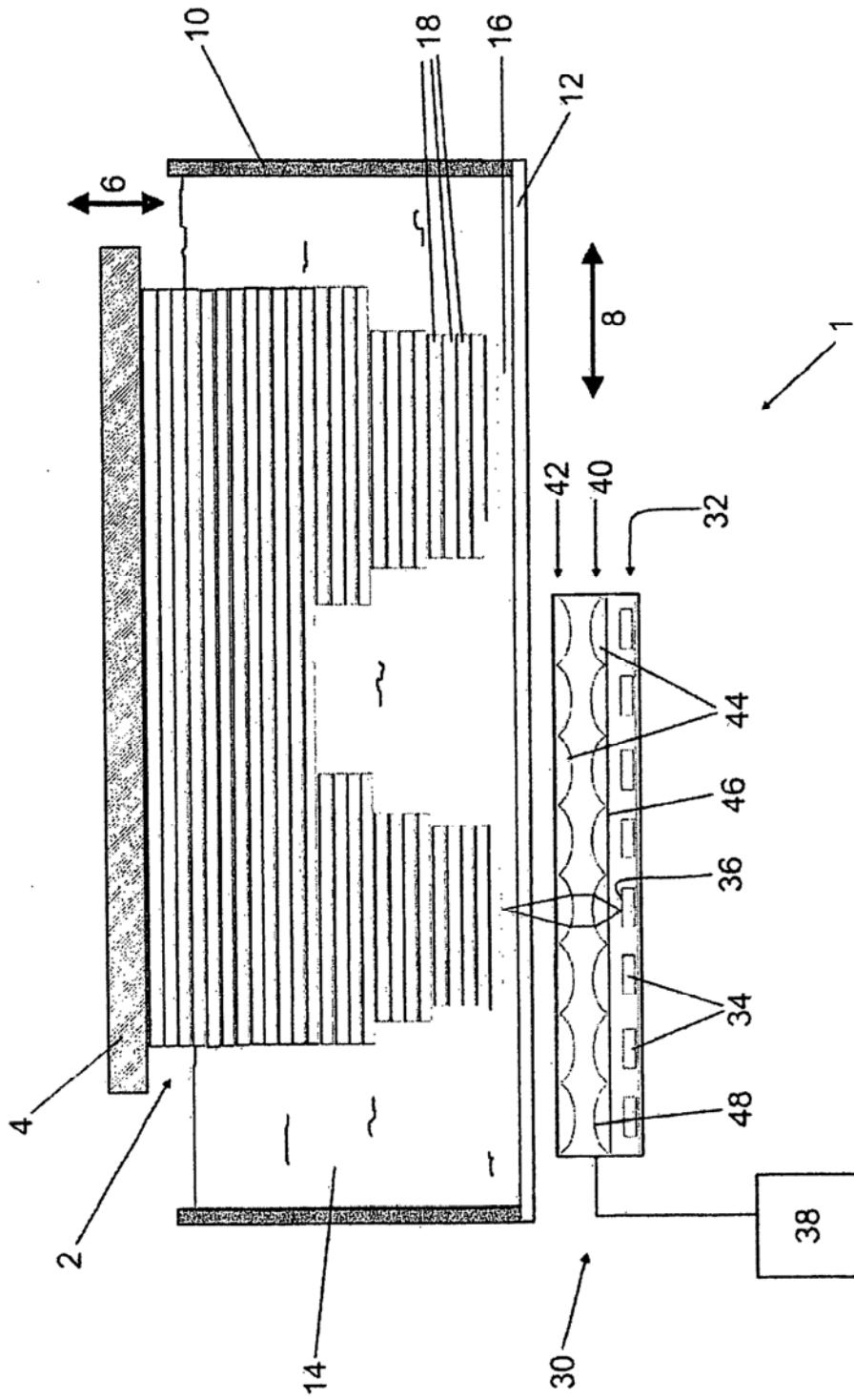


FIG. 1

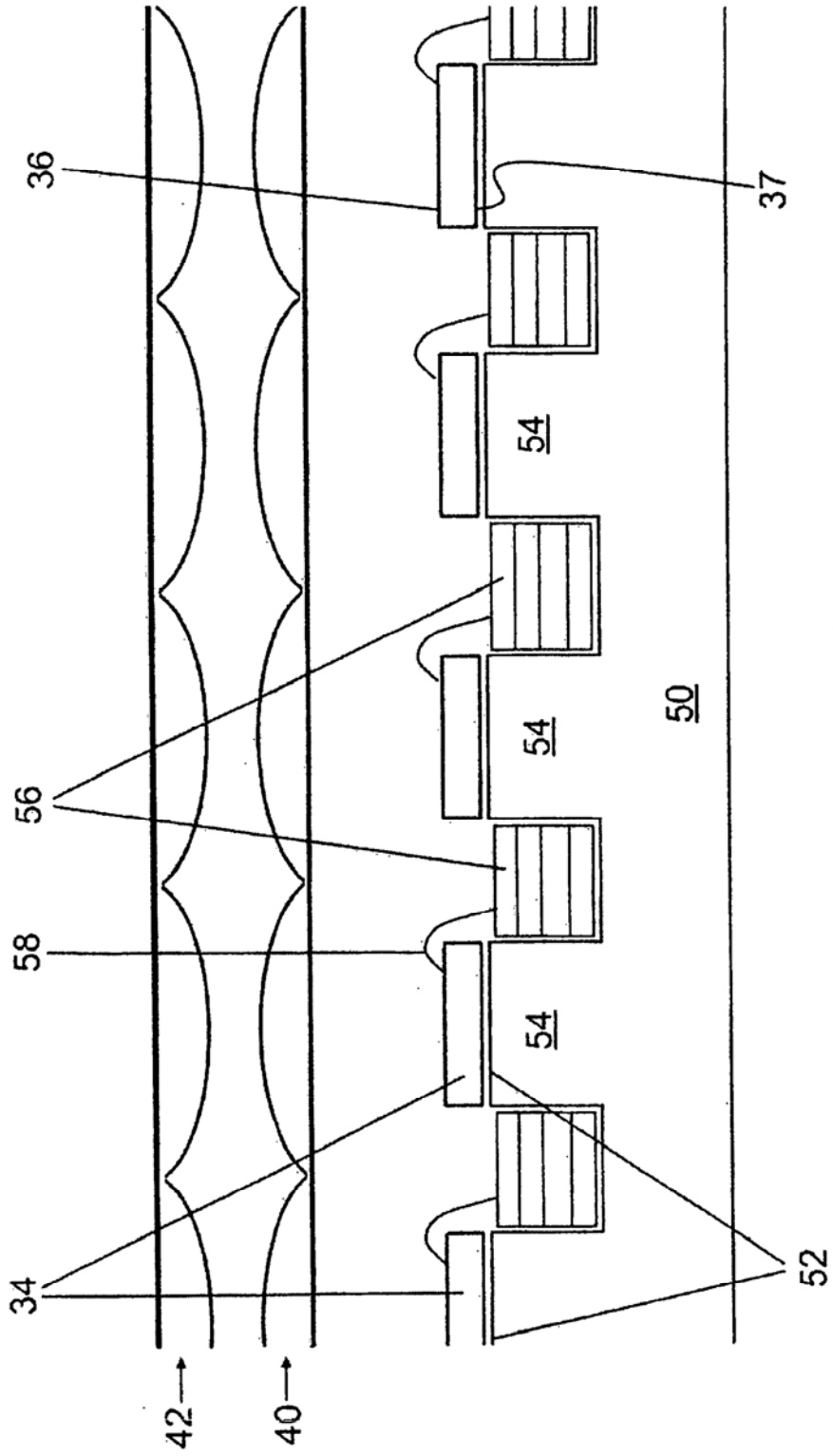


FIG. 2

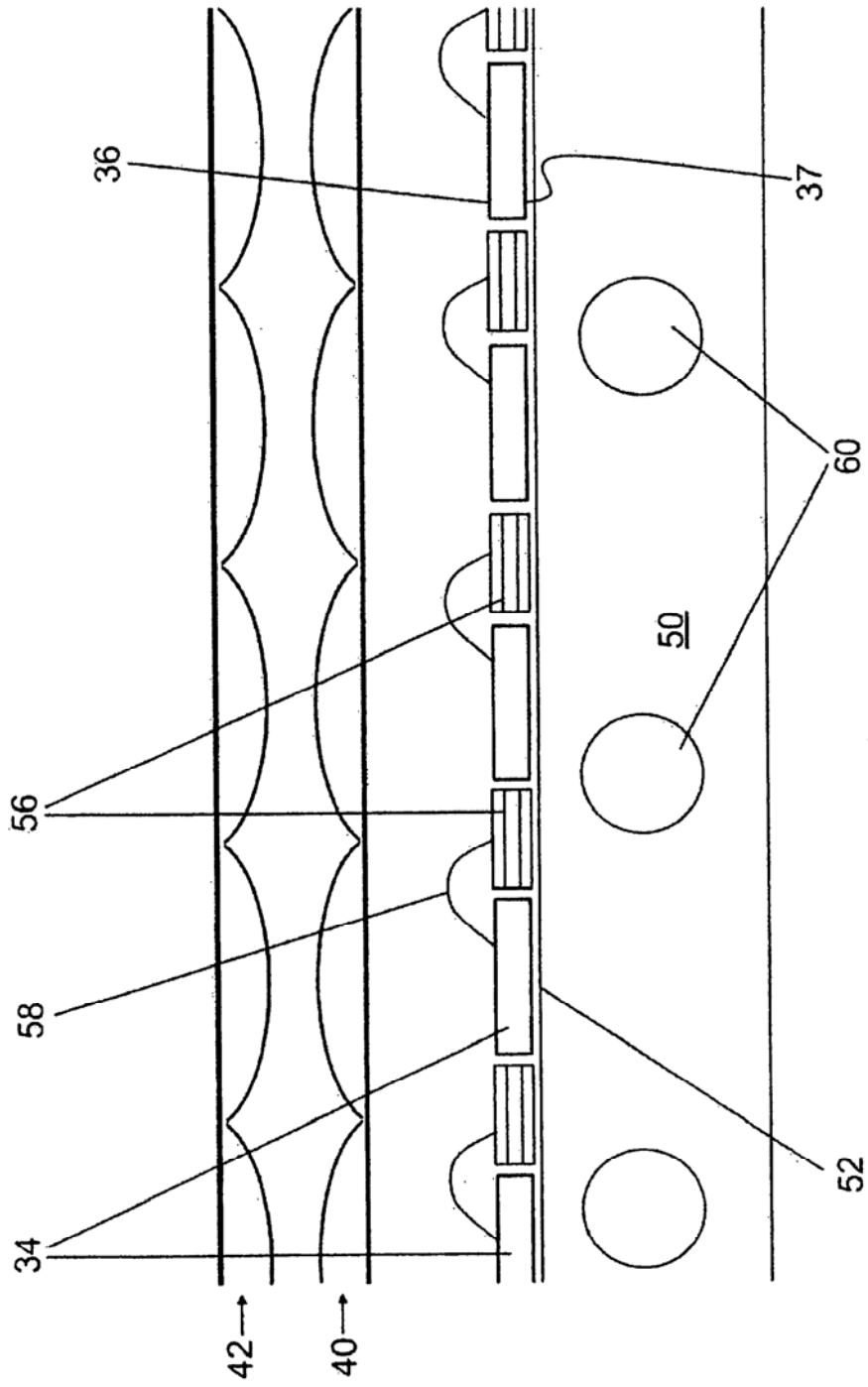


FIG. 3

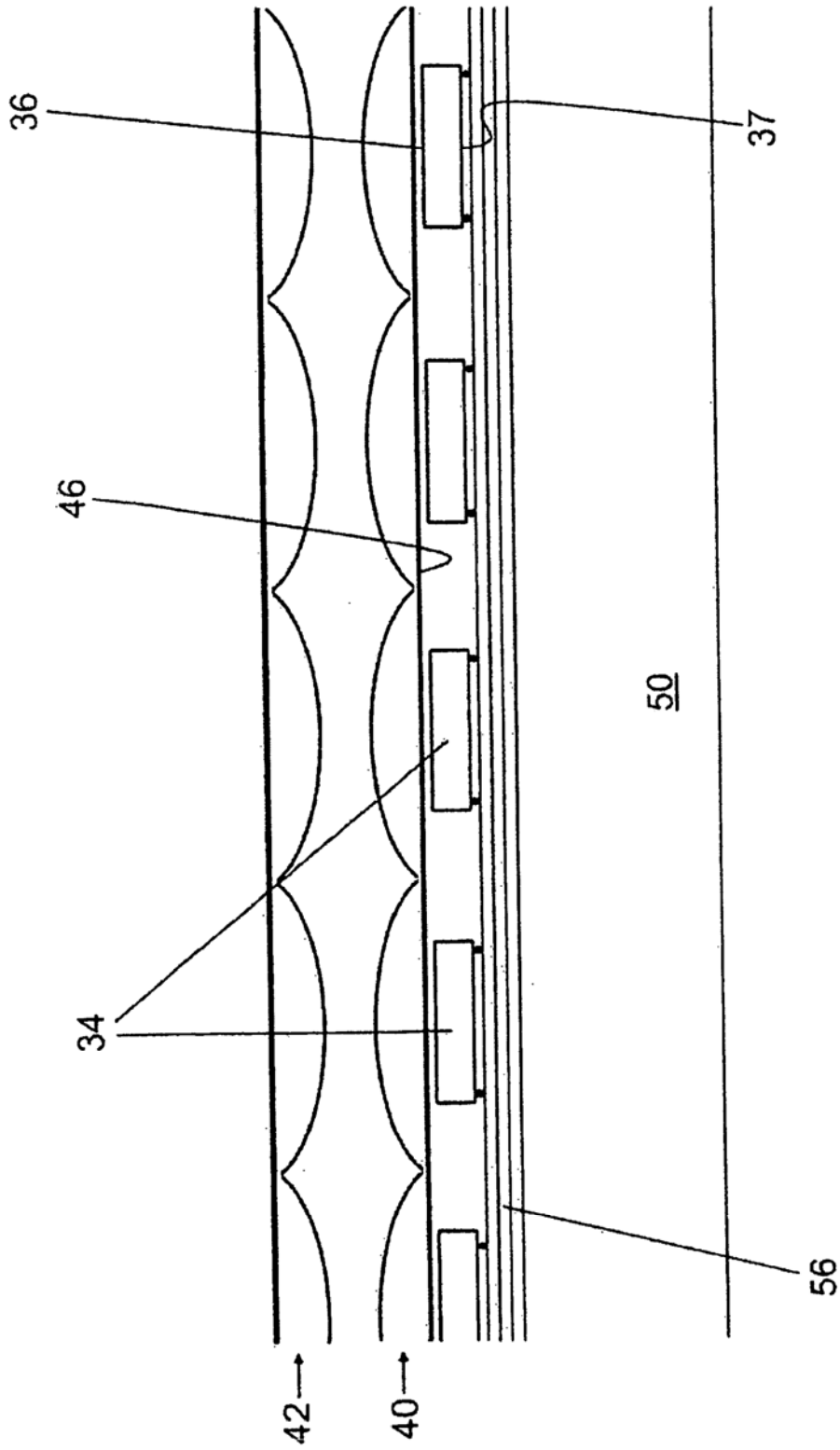


FIG. 4

FIGURA 5A

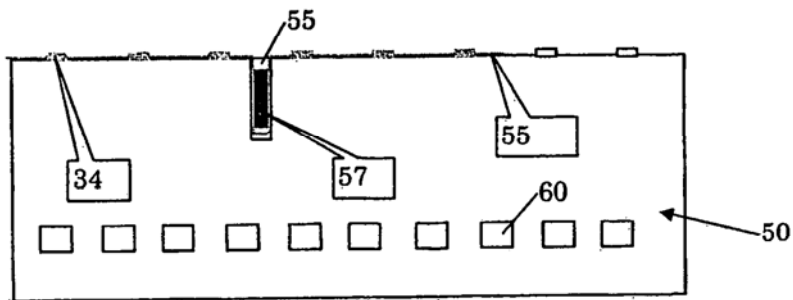


FIGURA 5B

