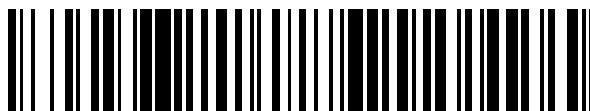


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 908 106**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2007.01)

B22F 3/105 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2014** **PCT/GB2014/051791**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2014** **WO14199149**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2014** **E 14736920 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2022** **EP 3007880**

54 Título: **Aparato de fabricación aditiva**

30 Prioridad:

11.06.2013 GB 201310398

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

27.04.2022

73 Titular/es:

RENISHAW PLC. (100.0%)

New Mills

Wotton-Under-Edge, Gloucestershire GL12 8JR, GB

72 Inventor/es:

MCMURTRY, DAVID, ROBERTS;

MCFARLAND, GEOFFREY;

WESTON, NICHOLAS, JOHN y

FERRAR, BEN, IAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 908 106 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

Aparato de fabricación aditiva

Sumario de la Invención

- 5 La presente invención hace referencia a un aparato y un método de fabricación aditiva. La invención tiene una aplicación particular, pero no exclusiva, a la exploración de múltiples láseres a través de un lecho de polvo.

Antecedentes

- 10 Los métodos de fabricación aditiva o de prototipado rápido para producir objetos comprenden la solidificación capa por capa de un material, tal como un material de polvo metálico, utilizando un haz de alta energía, tal como un haz láser o un haz de electrones. Se deposita una capa de polvo en un lecho de polvo en una cámara de construcción y se escanea con un haz láser a través de partes de la capa de polvo que corresponden a una sección transversal del objeto que se está construyendo. El haz láser funde o sinteriza el polvo para formar una capa solidificada. Tras la solidificación selectiva de una capa, el lecho de polvo se reduce en función del espesor de la capa recién solidificada y se dispersa otra capa de polvo sobre la superficie y se solidifica, según sea necesario.

- 15 Durante el proceso de fusión o sinterización, se producen residuos (por ejemplo, condensado, partículas de polvo no solidificadas, etc.) dentro de la cámara de construcción. Se sabe que se introduce un flujo de gas a través de la cámara de construcción en un intento de eliminar los residuos de la cámara en el flujo de gas. Por ejemplo, el modelo M280 de la máquina fabricada por EOS GmbH, Múnich, Alemania, comprende una serie de boquillas de salida de gas situadas en la cámara de construcción, en la parte posterior del lecho de polvo, que hacen pasar un flujo de gas a una serie de respiraderos de escape situados en la cámara de construcción, en la parte delantera del lecho de polvo. De esta manera, se crea una capa plana de flujo de gas en la superficie del lecho de polvo. Las máquinas AM250 y AM125 de Renishaw disponen de una disposición similar, en donde las aberturas de la cámara de construcción situadas a ambos lados del lecho de polvo proporcionan un flujo de gas, en esencia, plano a través del lecho de polvo.

- 20 A partir del documento DE102005014483 A1 se sabe que para escanear un lecho de polvo se utilizan cuatro haces láser, solidificando cada haz laser el polvo en un cuadrante diferente del lecho de polvo. Una disposición de este tipo puede aumentar la velocidad de construcción porque diferentes partes de un objeto o diferentes objetos situados en diferentes cuadrantes se pueden construir de forma simultánea con diferentes haces láser.

- 25 El documento US2013/0112672 describe el preámbulo de la reivindicación 1.

- 30 El documento EP2221132 describe un equipo de fabricación en el que un irradiador de haces de luz tiene un eje X del cabezal de exploración que mueve un cabezal de exploración en dirección X paralela a una superficie irradiada con haces de luz y un eje Y del cabezal de exploración que mueve el cabezal de exploración en dirección Y, de modo que el cabezal de exploración se mueve en una dirección paralela a la superficie irradiada para realizar la irradiación con haces de luz.

- 35 El documento JP2009006509 A describe una máquina de procesamiento de estereolitografía de metales. La máquina comprende varios escáneres, comprendiendo cada escáner un espejo galvanométrico para escanear el haz de luz sobre la capa de polvo.

- 40 El documento EP2565294 A1 describe un método de fabricación de un componente de un monocristal o de un material solidificado direccionalmente.

- 45 El documento WO2011/064725 A1 describe un aparato para la fabricación por capas de artefactos tridimensionales que comprende una superficie de soporte y una rueda giratoria para desviar un haz láser montado en un brazo. La superficie de soporte se adapta para que se mueva horizontalmente en una primera y una segunda dirección con respecto al brazo.

- 50 Resumen de la Invención
De acuerdo con un primer aspecto de la invención se proporciona un aparato de fabricación aditiva de acuerdo con la reivindicación 1.

- 55 La dirección diferente puede ser perpendicular a una dirección en la que se dispone la unidad óptica para moverse. La unidad óptica se puede disponer para moverse en cualquier dirección a lo largo de un eje lineal. Cada elemento óptico se puede disponer para dirigir únicamente el haz láser correspondiente en una dirección perpendicular al eje lineal.

- 60 El aparato de fabricación aditiva puede comprender una unidad de control para controlar el movimiento de la unidad óptica y de los elementos ópticos, de tal manera que el movimiento de los haces láser durante la consolidación del material se logre mediante el movimiento simultáneo de la unidad óptica y de los elementos ópticos.

Cada elemento óptico se puede disponer para dirigir el haz láser correspondiente en una sola dimensión.

Cada elemento óptico se puede disponer de tal manera que el movimiento del elemento óptico pueda mover un punto del haz láser correspondiente a través de la superficie de trabajo más rápido de lo que se puede mover el punto a través de la superficie de trabajo moviendo la unidad óptica.

5 Los varios elementos ópticos se pueden disponer para dirigir los haces láser de tal manera que, para una posición de la unidad óptica, se pueda escanear toda la anchura del área de trabajo dirigiendo los haces láser con los elementos ópticos.

10 Cada elemento óptico se puede montar para que gire en torno a un eje de rotación, fijados los ejes de rotación entre sí y a la unidad óptica, en donde para una posición de la unidad óptica, se puede escanear toda la anchura del área de trabajo dirigiendo los haces láser mediante la rotación de los elementos ópticos.

15 La unidad óptica puede comprender al menos un láser para generar al menos uno de los haces láser, pudiendo moverse el láser con la unidad óptica.

20 Una zona de exploración para cada elemento óptico se puede definir mediante una zona sobre la que se pueda dirigir el correspondiente haz láser mediante el movimiento independiente del elemento óptico, estando dispuestos los elementos ópticos en la unidad óptica de tal manera que, para una posición de la unidad óptica, las zonas de exploración de al menos dos de los elementos ópticos se superponen.

El aparato puede comprender una unidad de control para seleccionar cuál de los elementos ópticos se utilizará para formar un área del objeto situada dentro de una región en la que las zonas de exploración se superponen.

25 Cada elemento óptico se puede alojar dentro de un conjunto óptico, montado cada conjunto óptico de forma desmontable en la unidad óptica, de tal manera que el elemento óptico se pueda retirar de la unidad óptica por separado de otro de los elementos ópticos.

30 Cada conjunto óptico se puede montar de forma desmontable en la unidad óptica utilizando una montura cinemática.

La unidad óptica móvil se puede conectar con un dispositivo de flujo de gas para generar un flujo de gas a través del área de trabajo, pudiéndose mover la unidad óptica y el dispositivo de flujo de gas como una sola unidad.

35 La unidad óptica se puede conectar a un rascador para dispersar el material a través del área de trabajo, pudiéndose mover la unidad óptica y el rascador como una sola unidad.

La unidad óptica puede comprender una matriz bidimensional de elementos ópticos.

40 Se entenderá que el término "escanear" utilizado en la presente memoria no se limita a pasar de forma continua un punto del haz de alta energía sobre una superficie, sino que incluye una serie de exposiciones discretas separadas (o saltos). Por ejemplo, la óptica puede dirigir el haz de alta energía para exponer una primera ubicación al haz, a continuación, el haz se apaga y la óptica se reorienta para dirigir el haz de energía a una segunda ubicación separada de la primera ubicación cuando el haz de alta energía se vuelve a encender. El haz de alta energía es un haz que tiene suficiente energía para consolidar el material.

45 Preferiblemente, el aparato es un aparato de solidificación selectiva por láser, tal como el aparato de fusión (SLM) o el aparato de sinterización (SLS), en donde las capas de polvo se depositan de forma sucesiva a través del área de trabajo en la cámara de construcción y se escanea con un haz láser a través de partes de cada capa de polvo que corresponden a una sección transversal del objeto que se está construyendo para consolidar las partes del polvo.

50 Descripción de los dibujos

Las figuras 1 a 3 muestran un aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una forma de realización de la invención que comprende una unidad óptica para dirigir múltiples haces láser sobre el lecho de polvo;

La figura 4 es una vista en planta de un objeto que se está formando, utilizando múltiples haces láser de acuerdo con un método de la invención;

55 La figura 5 es una vista en planta de un objeto que se está formando, utilizando múltiples haces láser de acuerdo con otro método de la invención;

La figura 6 muestra de forma esquemática las regiones que se pueden escanear por medio de los haces láser de una de las formas de realización del aparato mostrado en las figuras 1 a 3;

60 Las figuras 7a a 7c muestran una unidad de exploración óptica y un dispositivo de flujo de gas combinados de acuerdo con una forma de realización de la invención;

La figura 8 es una vista en planta de la unidad mostrada en las figuras 7a a 7c;

La figura 9 es una vista esquemática de una unidad de exploración que comprende grupos de conjuntos ópticos desplazados horizontalmente para escanear haces láser a través de un área de trabajo de un aparato de fabricación aditiva;

La figura 10 es una vista esquemática de una unidad de exploración que comprende grupos de conjuntos ópticos desplazados horizontalmente para escanear haces láser a través de un área de trabajo de un aparato de fabricación aditiva;

La figura 11 es una vista esquemática de una unidad óptica que no está de acuerdo con la invención;

La figura 12 muestra un espejo de acuerdo con una forma de realización de la invención; y

La figura 13 muestra un aparato de fabricación aditiva de acuerdo con otra forma de realización de la invención.

Descripción de las formas de realización

Con referencia a las figuras 1 a 3, un aparato de solidificación por láser de acuerdo con una forma de realización de la invención comprende una cámara de construcción 101 que tiene dentro de ella divisiones 114, 115 que definen un volumen de construcción 116 y una superficie sobre la que se puede depositar el polvo. Una plataforma de construcción 102 define un área de trabajo en la que se deposita un objeto mediante fusión selectiva por láser del polvo 104. La plataforma 102 se puede bajar dentro del volumen de construcción 116 utilizando el mecanismo 117 a medida que se forman las capas sucesivas del objeto 103. El volumen de construcción 116 disponible está definido por la medida en que la plataforma de construcción 102 se puede bajar.

El aparato comprende además un dispositivo móvil de flujo de gas 131. El dispositivo de flujo de gas 131 comprende una boquilla 112 y un escape 110 formados como una sola unidad 131 con una distancia fija entre una entrada de gas 112a y una salida de gas 110a. Un rascador 109 se fija a la unidad 131 y el polvo se dispersa a través del lecho de polvo 104 de forma simultánea con el movimiento de la unidad 131. La boquilla de gas 112 y el escape de gas 110 se utilizan para generar un flujo de gas a través de una parte del lecho de polvo formado en la plataforma de construcción 102. La entrada de gas 112a y la salida de gas 110a producen un flujo laminar que tiene una dirección de flujo desde la entrada hasta la salida, como indican las flechas 118. El gas se hace recircular desde el escape 110 a la boquilla 112 a través de un bucle de recirculación de gas (no mostrado) que también se encuentra dentro de la cámara 116. Una bomba (no mostrada) mantiene la presión de gas deseada en la entrada de gas 112 y en la salida de gas 110. Se proporciona un filtro (no mostrado) en el bucle de recirculación para filtrar del gas el condensado que haya quedado atrapado en el flujo.

Las capas de polvo 104 se forman a medida que se construye el objeto 103 mediante el aparato dispensador de polvo 108 que dosifica el polvo para que lo disperse el rascador 109. Por ejemplo, el aparato dispensador 108 puede ser un aparato como el que se describe en el documento W02010/007396.

El aparato de fabricación aditiva se dispone para escanear con varios haces láser sobre el lecho de polvo 104. En las figuras 2 y 3, los haces láser primarios de dos láseres 105a, 105b se introducen en los divisores 134a y 134b, y cada divisor divide el haz láser en tres haces láser secundarios. Estos haces láser secundarios se introducen en una unidad de exploración óptica móvil 135 a través de cables de fibra óptica 136. La unidad de exploración óptica 135 se utiliza para controlar la transmisión de los haces láser secundarios sobre el material del lecho de polvo 104. En cualquier momento, se pueden utilizar todos o un subconjunto de los haces láser secundarios para construir el objeto. (En las figuras 2 y 3, sólo se muestran cuatro haces láser secundarios 133a, 133b, 133c, 133d como activos en la consolidación del polvo en el lecho de polvo).

La unidad de exploración óptica 135 se monta en la cámara de construcción 101 sobre las guías 170a, 170b de tal manera que la unidad de exploración óptica 135 se pueda mover en cualquier dirección a lo largo de un eje lineal. La unidad de exploración óptica 135 alberga varios conjuntos ópticos separados, cada uno de los cuales dirige uno de los haces láser hacia el lecho de polvo 104.

En esta forma de realización, cada conjunto óptico comprende una óptica de enfoque, tal como un par de lentes móviles 138, 139 o una lente f-theta, y un elemento óptico de direccionamiento, tal como un espejo 141 montado para girar alrededor de un eje. El espejo 141 se dispone para dirigir el haz láser a lo largo de una línea orientada en una primera dirección perpendicular al eje lineal de la unidad óptica 135. De esta manera, la unidad óptica 135 puede llevar a cabo una exploración bidimensional del lecho de polvo mediante una combinación de movimiento lineal de la unidad óptica 135 y movimiento de rotación de los espejos 141. La unidad óptica 135 y los espejos 141 se disponen de tal manera que a través de la combinación de movimientos se pueda escanear la totalidad del lecho de polvo 104. En esta forma de realización, los espejos 141 pueden dirigir los haces láser sobre la totalidad de la anchura (primera dirección) del lecho de polvo 104 para cualquier posición de la unidad óptica 135 a lo largo del eje lineal. El movimiento de la unidad óptica 135 a lo largo del eje lineal permite que la exploración se extienda a través del lecho de polvo 104 en la dirección perpendicular. En una forma de realización alternativa, se puede proporcionar un espejo móvil adicional en el conjunto óptico de tal manera que el conjunto óptico pueda dirigir el haz láser sobre un área bidimensional.

Debido a la pequeña masa de cada espejo 141 con respecto a la mayor masa de toda la unidad óptica 135, se espera que el movimiento de un punto del al menos un haz láser a través del lecho de polvo en la primera dirección sea más rápido que la velocidad a la que se puede mover el punto a través del lecho de polvo mediante el movimiento de la unidad óptica.

En una forma de realización alternativa, los láseres se pueden integrar en la unidad óptica 135.

El ordenador 160 comprende una unidad de procesamiento 161, una memoria 162, una pantalla 163, un dispositivo de entrada de usuario 164, tal como un teclado, una pantalla táctil, etc., una conexión de datos a los módulos de la unidad de sinterización láser, tal como la unidad de exploración óptica 135 y los módulos láser 105a, 105b, y una conexión de datos externa 165. Los módulos láser 105a, 105b, la unidad de exploración óptica 106, el dispositivo de flujo 131 y el movimiento de la plataforma de construcción 102 se controlan mediante el ordenador 160.

La figura 4 muestra el aparato que se utiliza para escanear una capa de polvo. Cada láser se puede dirigir a cualquier punto dentro de una zona de exploración 140a a 140g. El dispositivo de flujo 131 se mueve de forma simultánea con la unidad óptica 135, de tal manera que los haces láser se puedan dirigir al hueco entre la entrada 112a de la boquilla 112 y la salida 110a hacia el escape 110. Los divisores 134 o conjuntos ópticos comprenden cada uno dispositivos 137 para desviar cada haz láser secundario después de la división hacia un disipador de calor de tal manera que se pueda apagar el haz cuando el haz láser ya no se requiera.

Por consiguiente, durante la exploración, los haces láser se encienden y se apagan y se dirigen a las ubicaciones requeridas entre la entrada 112a y la salida 110a mediante espejos 141.

Como se puede observar en la sección ampliada de la figura 4, el movimiento combinado de la unidad óptica 135 y los espejos 141 da lugar a una progresión/trayectoria de los puntos 155 formada con un ángulo con la dirección en la que se mueve la unidad óptica 135 y con un ángulo con la dirección en la que los espejos 141 mueven los puntos láser 155. Las velocidades de la unidad óptica 135 y de los espejos 141 se seleccionan de tal manera que, para una exploración a través de la totalidad de la anchura de una zona de exploración 140a - 140g, la unidad óptica 135 se mueva una distancia suficiente hacia delante de tal manera que cuando el punto es devuelto por el espejo 141 a una posición correspondiente en una dirección lateral a la dirección de movimiento de la unidad óptica 135, el punto 155b no se superponga con una posición anterior 155a. Cada espejo 141 se puede controlar para que realice un simple movimiento repetitivo para escanear de forma repetitiva el punto 155 a través de una anchura de la zona de exploración 140 a una velocidad establecida, encendiendo y apagando el haz láser para controlar qué áreas del polvo dentro de la zona 140 se consolidan. De esta manera, puede que no se necesite un control "inteligente" de los espejos 141, en el que el movimiento de los espejos 141 se controle de tal manera que el punto siga una trayectoria prescrita que corresponda a las áreas que se van a consolidar.

En una forma de realización, mostrada en la figura 12, el espejo 141, en lugar de ser una placa plana que se hace girar hacia adelante y hacia atrás para desviar el punto láser a lo largo de la trayectoria requerida, puede ser un polígono regular, en particular uno de un orden superior a cuatro, tal como un pentágono, hexágono, heptágono u octágono, que se hace girar en una sola dirección y se coloca con respecto al haz láser entrante 133 de tal manera que el punto láser salte de un lado de la zona de exploración al otro cuando el haz láser atraviese una esquina del espejo poligonal 141.

En la figura 4, las zonas de exploración adyacentes se escanean de forma simultánea. Sin embargo, como se muestra en la figura 5, puede ser conveniente que en una sola pasada del lecho de polvo 104 de la unidad óptica 135 se escaneen sólo las zonas separadas 140a - 140g y escanear los huecos intermedios en una o más pasadas adicionales de la unidad óptica a través del lecho de polvo 104.

Las zonas de exploración 140a a 140g mostradas en las Figuras 4 y 5 se pueden superponer para que el polvo consolidado en cada zona se pueda fusionar para formar un único objeto que se extienda a través de las zonas 140a a 140g. En estas regiones superpuestas, ambos haces láser consolidan partes del objeto que caen dentro de estas regiones. Sin embargo, en una forma de realización alternativa, las zonas de exploración se pueden superponer más de lo necesario para fusionar juntas el área consolidada en cada zona de exploración. Una disposición de este tipo se muestra en la figura 6, en donde las zonas de exploración 140h a 140j se superponen en una cantidad significativa, de tal manera que cada zona de exploración se superpone al menos con una cuarta parte de una zona de exploración adyacente y preferiblemente con la mitad de la zona de exploración adyacente (en la figura 4 las zonas 140h a 140j se muestran con diferentes longitudes en la dirección de movimiento de la unidad óptica 135 sólo para mayor claridad y la medida en que los conjuntos ópticos pueden escanear el haz láser en esta dirección es preferiblemente la misma para cada conjunto). De esta manera, las áreas del polvo a consolidar que caen dentro de estas regiones superpuestas se pueden consolidar mediante uno cualquiera de los haces láser asociados a estas zonas de exploración. Antes o durante una operación de exploración, el ordenador 160 selecciona cuál de los haces láser se utilizará para escanear el área que cae dentro de la región superpuesta. El otro haz láser no se utiliza para escanear esta área, aunque en las interfaces en las que un haz láser "pasa" a otro haz láser, las áreas del polvo se pueden consolidar por ambos haces láser para garantizar que las áreas separadas del objeto se fusionen juntas.

En una forma de realización alternativa (no mostrada), en lugar de dividir un haz de láser generado por un láser en múltiples haces, cada haz láser utilizado para consolidar el polvo se puede generar por un láser diferente. Una forma de realización de este tipo puede no comprender divisores 134 o un disipador de calor. Además, los láseres se pueden integrar en la unidad óptica 135.

Las figuras 7a a 7c y 8 muestran una forma de realización adicional de una unidad óptica 135 y un dispositivo de flujo 131. En esta forma de realización, los conjuntos ópticos 142a a 142e se montan en el dispositivo de flujo 131 de forma

que se mueven con el mismo. Cada conjunto óptico 142 comprende una carcasa sellada 145 que contiene una lente 139 para enfocar el haz láser y un elemento óptico, en esta forma de realización un espejo 141, para dirigir el haz láser sobre el lecho de polvo 104. El espejo 141 se monta en un eje 143 para girar alrededor de un eje bajo el control de un motor 144. La carcasa comprende una conexión 146 para conectar la carcasa a una fibra óptica que transporte el haz láser. Cada conjunto óptico 142 se puede montar de forma desmontable por separado en el dispositivo de flujo 131. El posicionamiento preciso del conjunto óptico 142 en el dispositivo de flujo 131 se logra mediante la provisión de formaciones cooperantes 148a a 148c y 149a a 149c en la carcasa 135 y el dispositivo de flujo 131, respectivamente. En esta forma de realización, las formaciones cooperantes 148, 149 son una serie de monturas cinemáticas que proporcionan un posicionamiento repetible del conjunto óptico 142 en el dispositivo de flujo 131. De esta manera, existe la posibilidad de calibrar cada conjunto óptico fuera de línea y, cuando un conjunto requiere reemplazo, simplemente retirar el conjunto del dispositivo de flujo 131 y conectar un nuevo conjunto. De esta manera, cada conjunto es un módulo "conectar y listo" que requiere una interacción limitada por parte del usuario para configurar el sistema.

Esta forma de realización también difiere de las formas de realización anteriores en que se proporcionan dos rascadores 109a y 109b en el dispositivo de flujo 131. De esta manera, el dispositivo de flujo 131 puede dispersar el polvo en ambas direcciones. Para lograr esto, los dispensadores de polvo también se pueden proporcionar a cada lado del lecho de polvo 104.

Se entenderá que, en otra forma de realización, el diseño del módulo "conectar y listo" diseñado para los conjuntos ópticos se puede proporcionar en un carro diferente del dispositivo de flujo 131. Además, en lugar de un dispositivo de flujo móvil, el dispositivo de flujo puede comprender boquillas de entrada y salida fijadas a cada lado del lecho de polvo 104.

En una forma de realización adicional, en lugar de una matriz unidimensional de haces láser, se puede proporcionar una matriz bidimensional de haces láser. En la figura 9, se proporciona una matriz bidimensional de haces láser en un plano paralelo al lecho de polvo 104. Por ejemplo, los haces láser se pueden proporcionar mediante una serie de módulos conectar y listo, según se describió anteriormente. En la figura 9, una primera columna 158 de conjuntos ópticos para dirigir los haces láser está desplazada de una segunda columna 159 de conjuntos ópticos. De esta manera, se puede reducir la anchura de las zonas de exploración para posibilitar una exploración más rápida.

En la figura 10, los haces láser se proporcionan como una matriz bidimensional apilada verticalmente de conjuntos ópticos, en donde la posición de una fila 150 de conjuntos ópticos está desplazada de la posición de una segunda fila 151 de conjuntos ópticos. Al igual que la forma de realización mostrada en la figura 9, esto puede posibilitar que la anchura de las zonas de exploración se reduzca. Sin embargo, todos los haces láser escanean a lo largo de una línea común perpendicular al movimiento de la unidad óptica. Esto hace posible que el hueco entre la entrada y la salida de gas (no mostradas) sea pequeño.

En la unidad óptica 135 de la figura 10, los haces láser se generan mediante diodos láser 153 integrados en la unidad óptica 135.

Se entenderá que las matrices de las figuras 9 y 10 se pueden combinar para formar una matriz tridimensional de conjuntos ópticos.

La figura 11 muestra otra forma de realización de la unidad óptica 135. En esta forma de realización, los diodos láser 153 se compactan suficientemente juntos con los haces láser enfocados.

La figura 11 muestra una unidad óptica 135 que no está de acuerdo con la invención. Los diodos láser 153 se compactan lo suficientemente cerca juntamente con los haces láser enfocados a través de microlentes 155 de tal manera que los haces adyacentes estén lo suficientemente cerca para proporcionar grupos de fusión 154 (que normalmente son más grandes que el diámetro del punto láser $1/e^2$) que se combinan para formar el objeto. Por consiguiente, en esta forma de realización, no hay ópticas de direccionamiento. Los diodos láser se encienden y se apagan para fundir el lecho de polvo según se necesite a medida que la unidad óptica se desplaza a través del lecho de polvo.

Con referencia a la Figura 13, se muestra un aparato de acuerdo con otra forma de realización de la invención. Esta forma de realización es similar a la forma de realización mostrada en las figuras 7a a 7c y la figura 8 y las características de la forma de realización mostradas en la figura 13 que son iguales o similares a las mostradas en las figuras 7a a 7c y la figura 8 han recibido los mismos números de referencia, pero en la serie 200.

La forma de realización mostrada en la figura 13 difiere de la mostrada en las figuras 7a a 7c y en la figura 8 en que, en lugar de que cada conjunto/módulo óptico 142 comprenda una conexión 146 para conectar una fibra óptica al módulo óptico 142 para el suministro del haz láser, cada módulo óptico 242 tiene una abertura 246 que se alinea para recibir un haz láser 233 diferente suministrado por los módulos láser 205 en la cámara de construcción 201 desde un lado de la cámara de construcción 201. Se puede utilizar una lente apropiada 261 para colimar el haz láser 233 antes de que se suministre en la cámara de construcción 201. Los haces láser se suministran en paralelo al movimiento

lineal de la unidad de exploración, de tal manera que las aberturas 246 permanezcan alineadas con los haces láser 233 a medida que los módulos ópticos 242 se mueven a través del lecho de polvo. En esta forma de realización, los rascadores 209a, 209b tienen forma de rodillos.

- 5 En las formas de realización según se describen en la presente memoria se pueden realizar modificaciones y alteraciones sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, la unidad de exploración puede no extenderse a través de la totalidad de la anchura del lecho de polvo, sino que se puede extender sólo a través de una anchura parcial del lecho de polvo, pero puede poder moverse en dos direcciones lineales perpendiculares.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de fabricación aditiva para construir objetos (103) mediante la consolidación por capas de material (104), comprendiendo el aparato una cámara de construcción (101) que contiene un área de trabajo y una unidad óptica (135) para controlar la transmisión de varios haces láser (133) sobre el material (104) en el área de trabajo para consolidar el material (104) depositado por capas en el área de trabajo, comprendiendo la unidad óptica (135) varios elementos ópticos (141) que se pueden controlar de forma independiente, y pudiéndose mover la unidad óptica (135) en la cámara de construcción (101), y **caracterizado por que** cada elemento óptico (141) se dispone para dirigir uno de los distintos haces láser (133) sobre el material en el área de trabajo en una dirección diferente de en la(s) que la unidad óptica (135) se dispone para moverse.
2. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la dirección diferente es perpendicular a una dirección en la que la unidad óptica (135) se dispone para moverse.
3. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la unidad óptica (135) se dispone para moverse en cualquier dirección a lo largo de un eje lineal y en donde cada elemento óptico (141) se puede disponer para dirigir únicamente el correspondiente haz láser (133) en una dirección perpendicular al eje lineal.
4. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende una unidad de control (160) para controlar el movimiento de la unidad óptica (135) y de los elementos ópticos (141), de tal manera que el movimiento de los haces láser (133) durante la consolidación del material (104) se logre mediante el movimiento simultáneo de la unidad óptica (135) y de los elementos ópticos (141).
5. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde cada elemento óptico (141) se dispone para dirigir el correspondiente haz láser (133) en una sola dimensión.
6. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde cada elemento óptico (141) se dispone de tal manera que el movimiento del elemento óptico puede mover un punto (155) del correspondiente haz láser (133) a través de la superficie de trabajo más rápidamente de lo que se puede mover el punto (155) a través de la superficie de trabajo moviendo la unidad óptica (135).
7. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde los varios elementos ópticos (141) se disponen para dirigir los haces láser (133) de tal manera que, para una posición de la unidad óptica (135), se pueda escanear la totalidad de la anchura del área de trabajo dirigiendo los haces láser (133) con los elementos ópticos (141).
8. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde cada elemento óptico (141) se monta para girar en torno a un eje de rotación, estando los ejes de rotación fijados entre sí y a la unidad óptica (135), en donde para una posición de la unidad óptica (135), se pueda escanear la totalidad de la anchura del área de trabajo dirigiendo los haces láser (133) mediante la rotación de los elementos ópticos (141).
9. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la unidad óptica (135) comprende al menos un láser (153) para generar al menos uno de los haces láser (133), pudiéndose mover el láser (153) con la unidad óptica.
10. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde se define una zona de exploración (140) para cada elemento óptico (141) mediante una zona sobre la que se puede dirigir el correspondiente haz láser (133) mediante un movimiento independiente del elemento óptico (141), estando dispuestos los elementos ópticos (141) en la unidad óptica (135) de tal manera que, para una posición de la unidad óptica (135), las zonas de exploración (140) de al menos dos de los elementos ópticos (141) se superpongan, en donde el aparato de fabricación aditiva puede comprender una unidad de control (160) para seleccionar cuál de los elementos ópticos (141) se utilizará para formar un área del objeto situada dentro de una región en la que las zonas de exploración (140) se superponen.
11. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada elemento óptico (141) se monta de forma desmontable en la unidad óptica (135), de tal manera que el elemento óptico (141) se puede retirar de la unidad óptica (135) por separado de otro de los elementos ópticos (141) y en donde cada elemento óptico (141) se puede montar de forma desmontable en la unidad óptica (135) utilizando una montura cinemática 5 (148, 149).
12. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad óptica móvil (135) se conecta con un dispositivo de flujo de gas (131) para generar un flujo de gas a través del área de trabajo, pudiéndose mover la unidad óptica (135) y el dispositivo de flujo de gas (131) como una sola unidad.

13. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad óptica (135) se conecta a un rascador (209) para dispersar el material (104) a través del área de trabajo, pudiéndose mover la unidad óptica (135) y el rascador (209) móviles como una sola unidad.

- 5 14. Aparato de fabricación aditiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad óptica (135) comprende una matriz bidimensional (150, 151; 158, 159) de elementos ópticos (141).

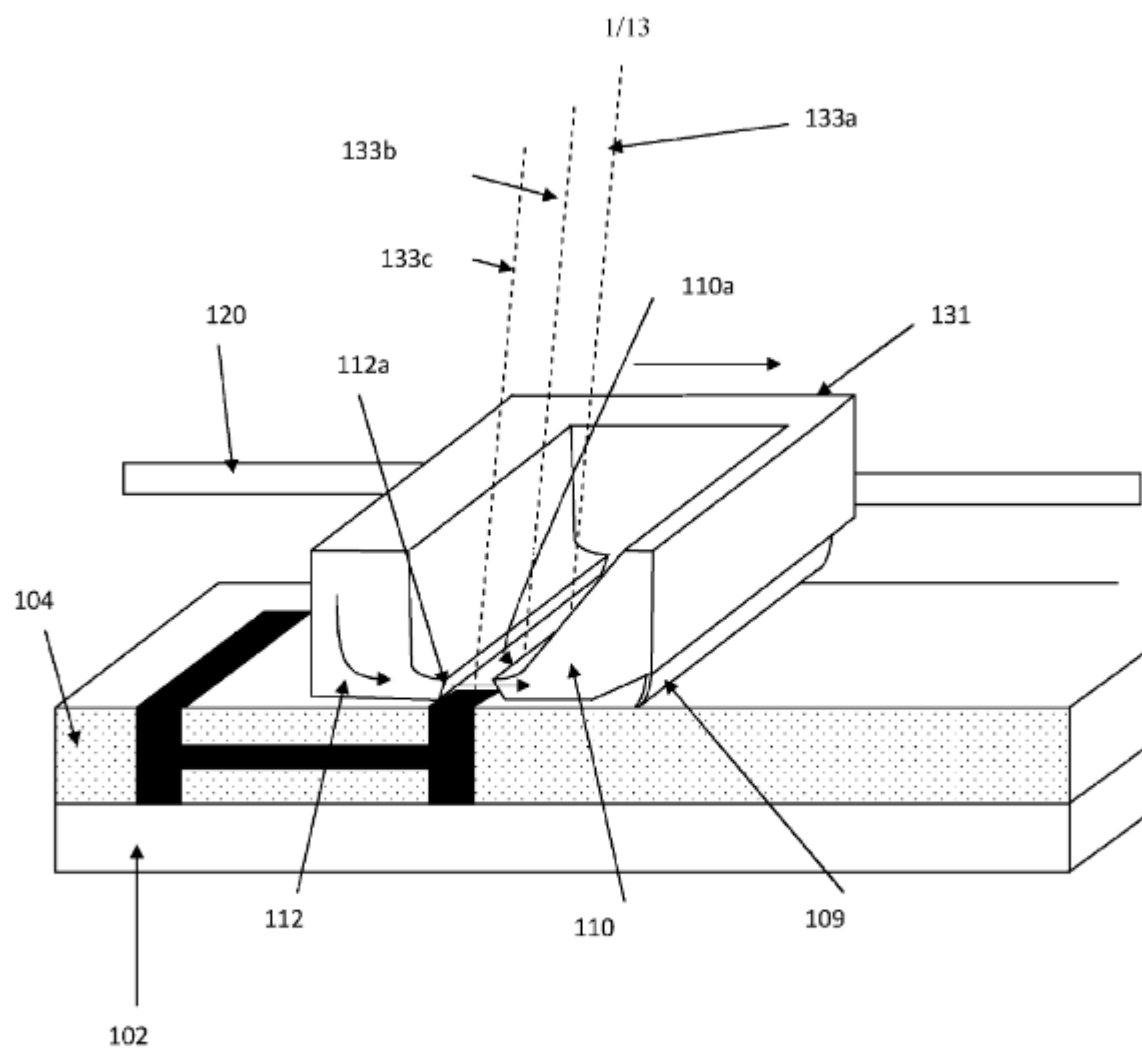


Fig. 1

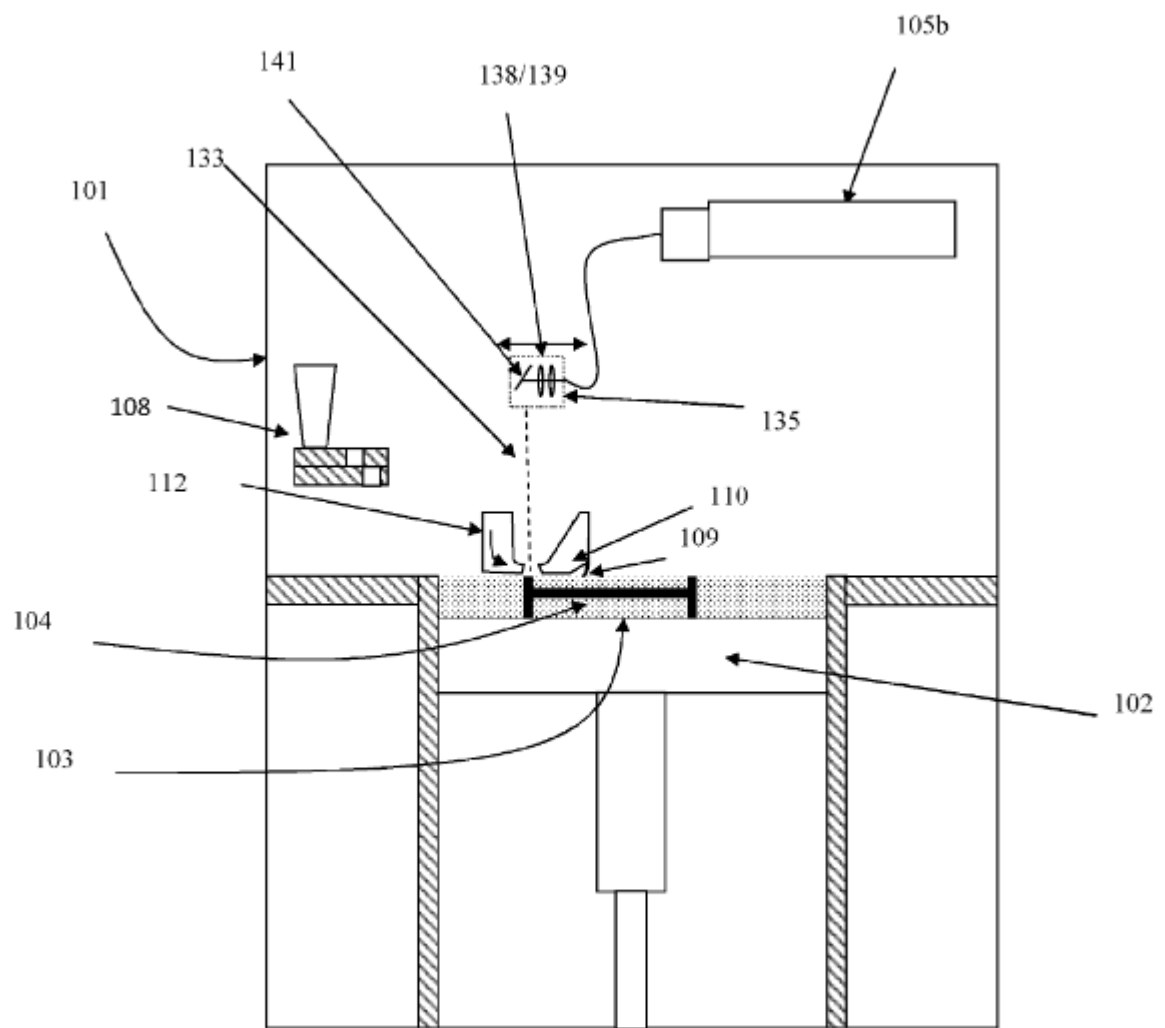


Fig. 2

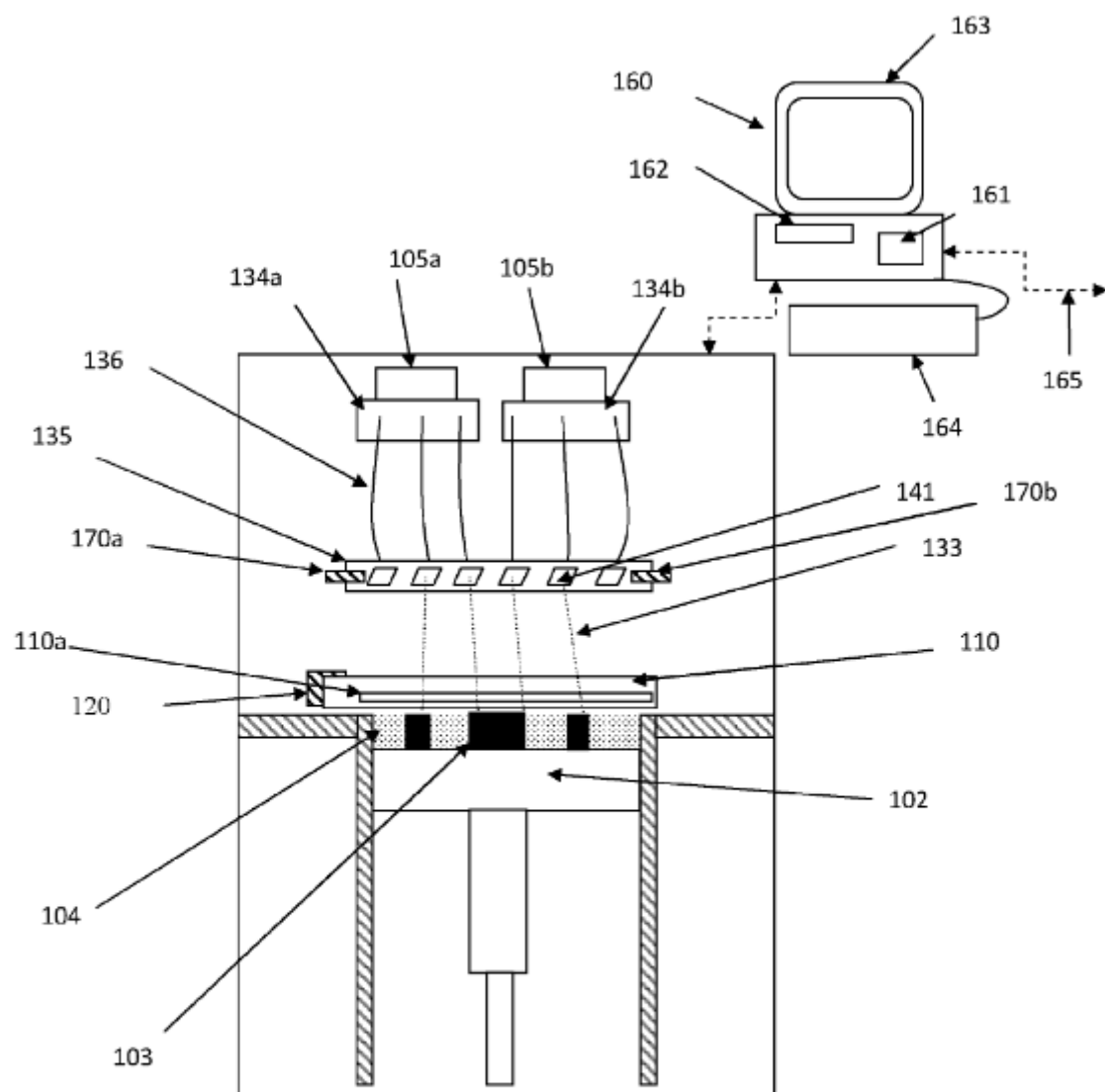


Fig. 3

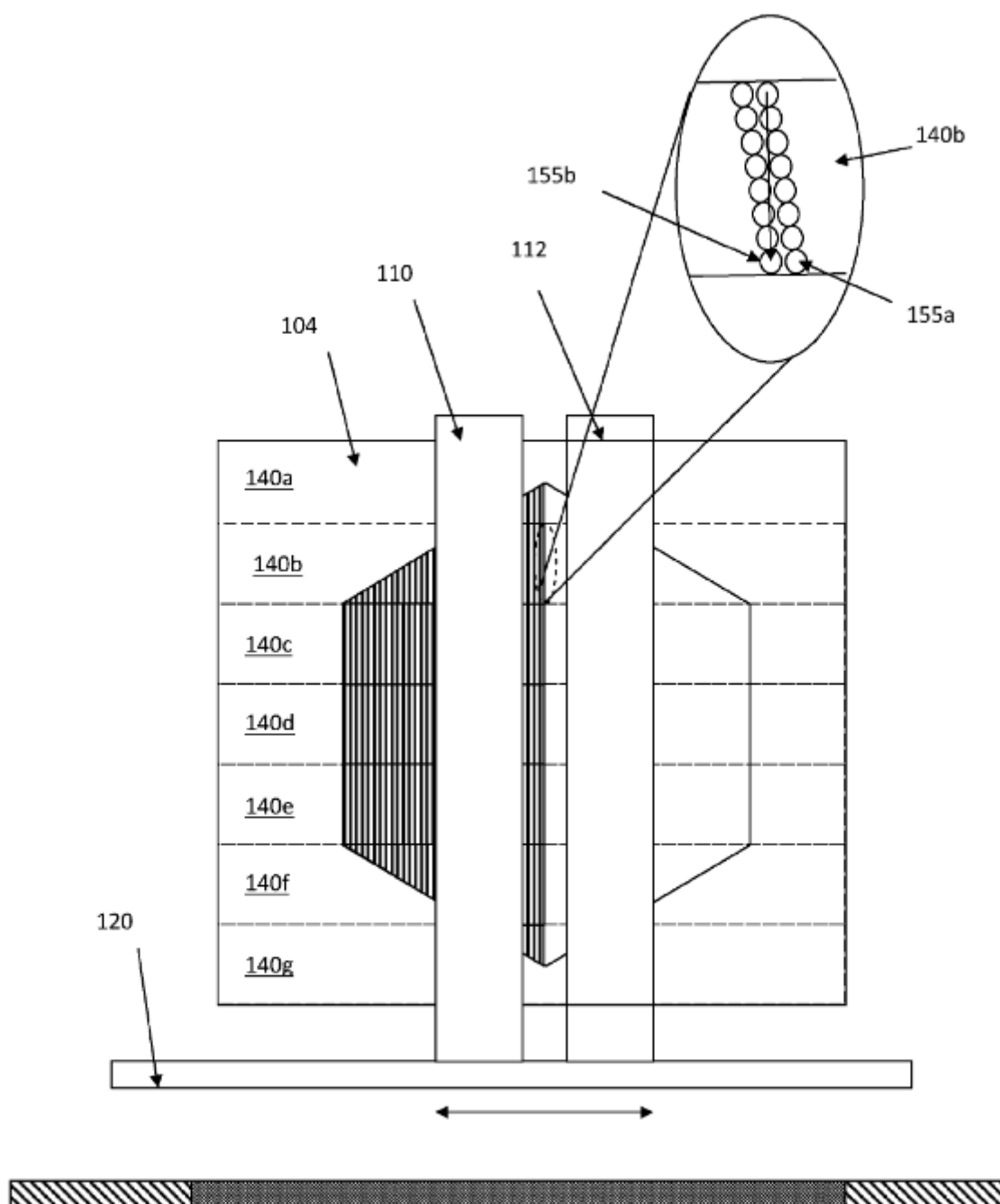


Fig. 4

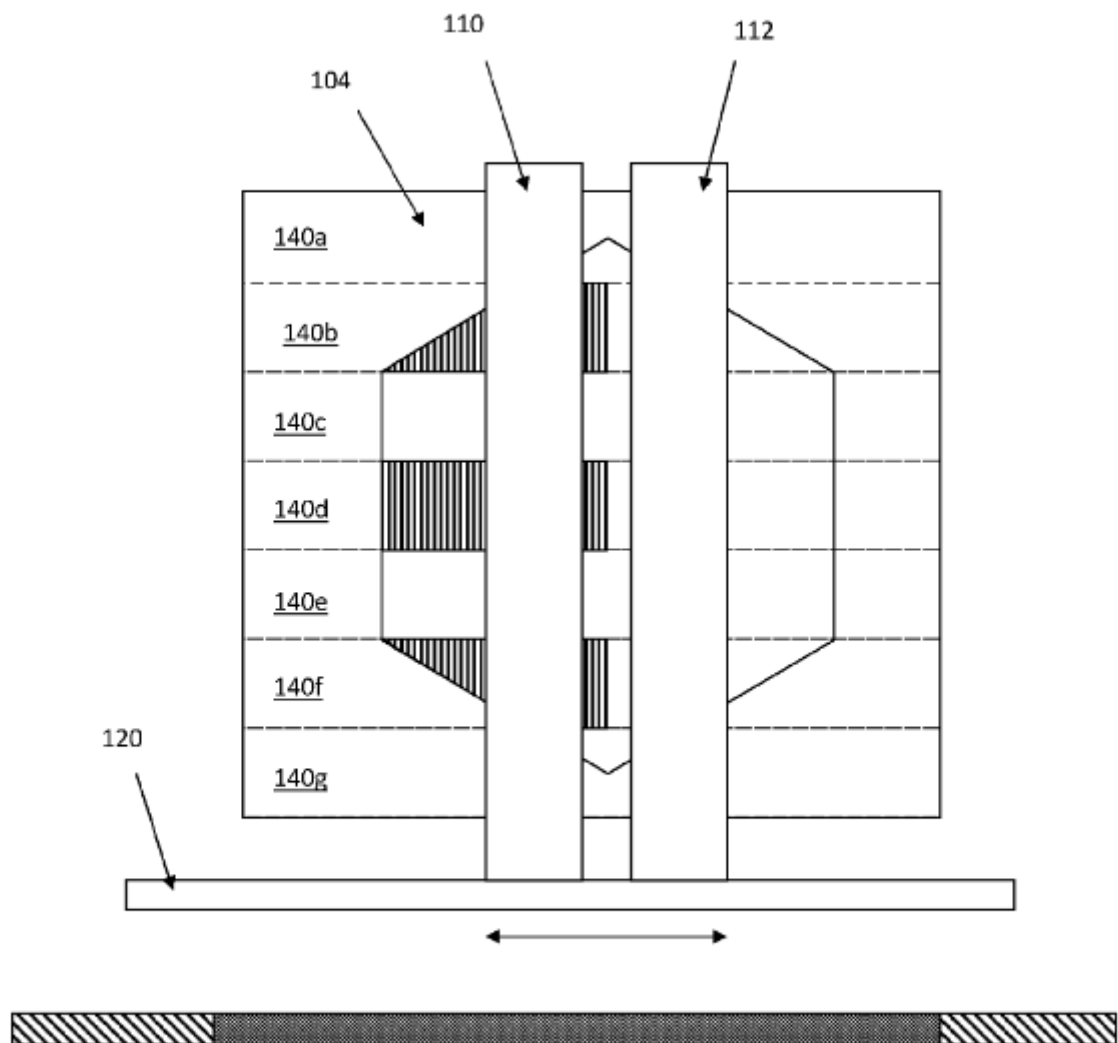


Fig. 5

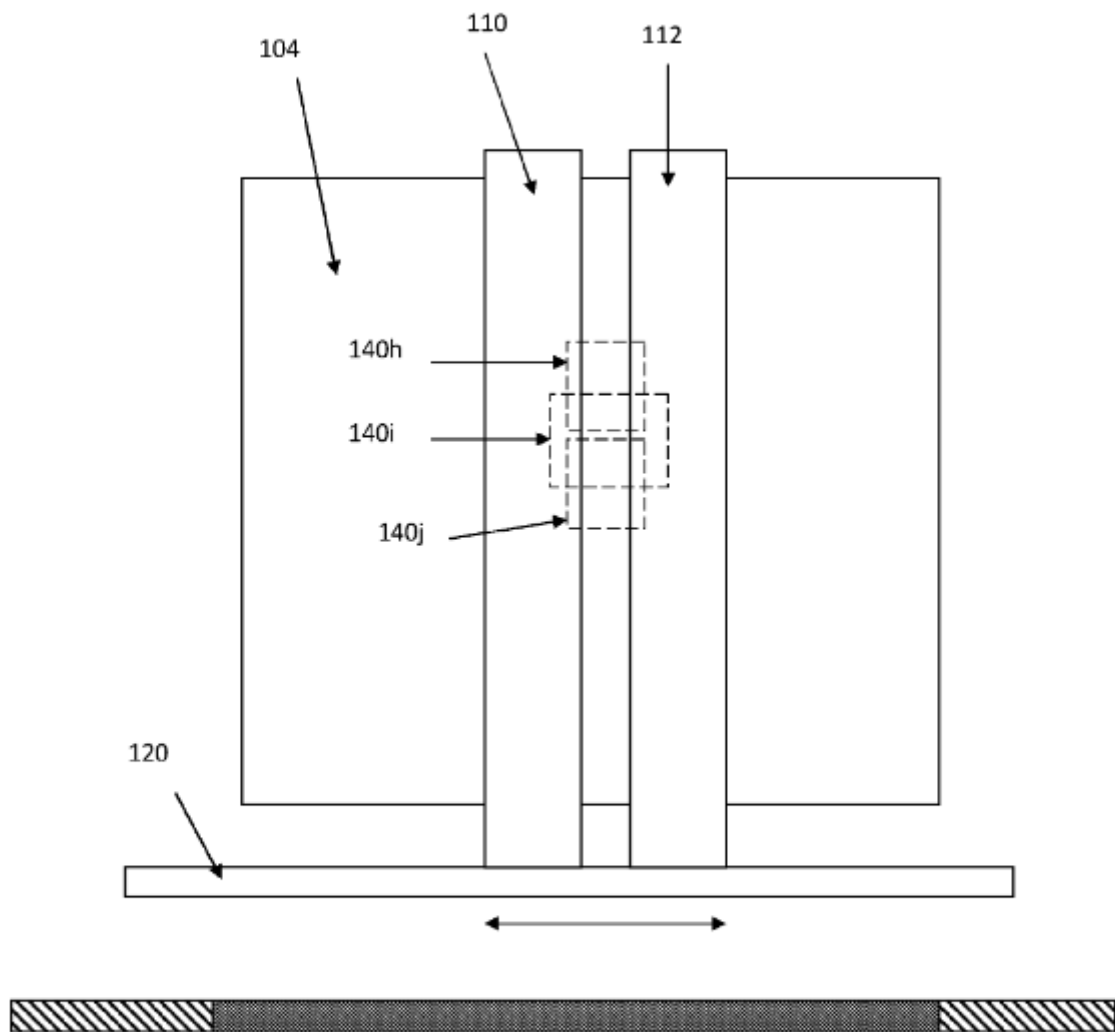


Fig. 6

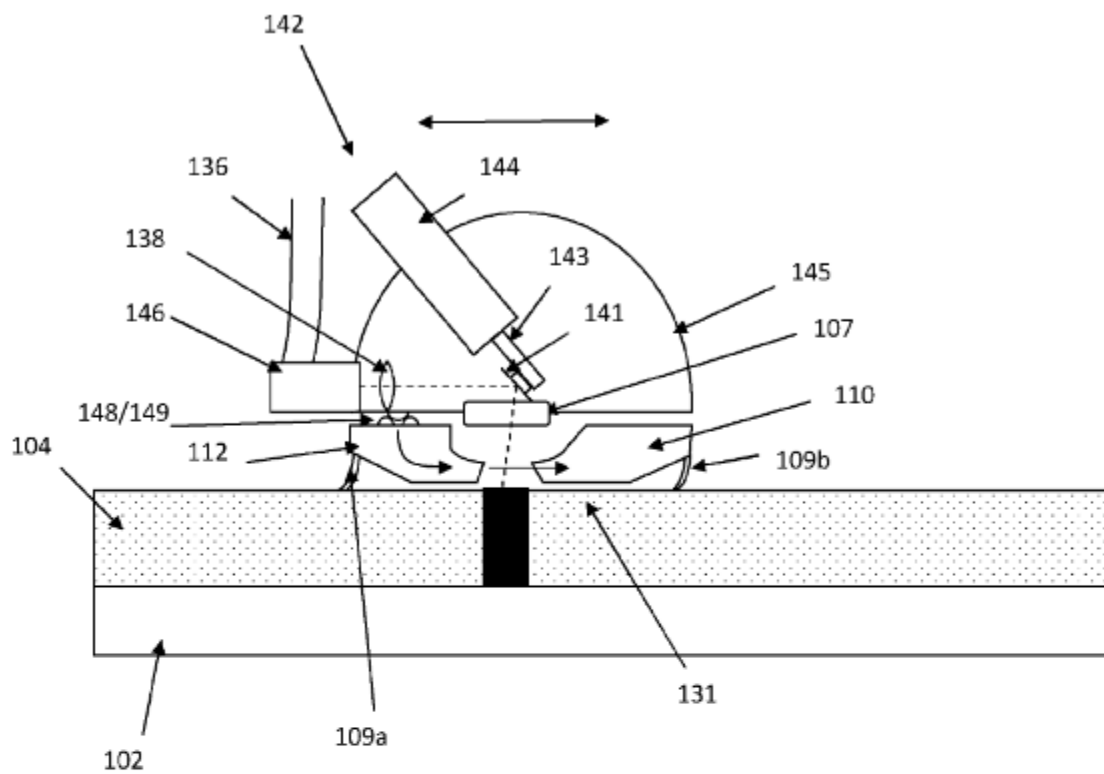


Fig. 7a

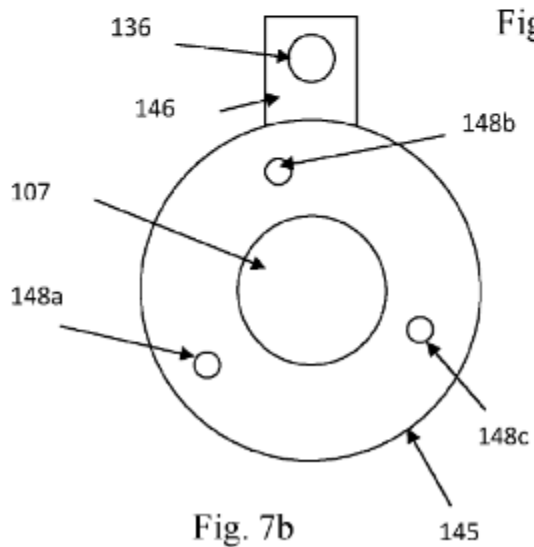


Fig. 7b

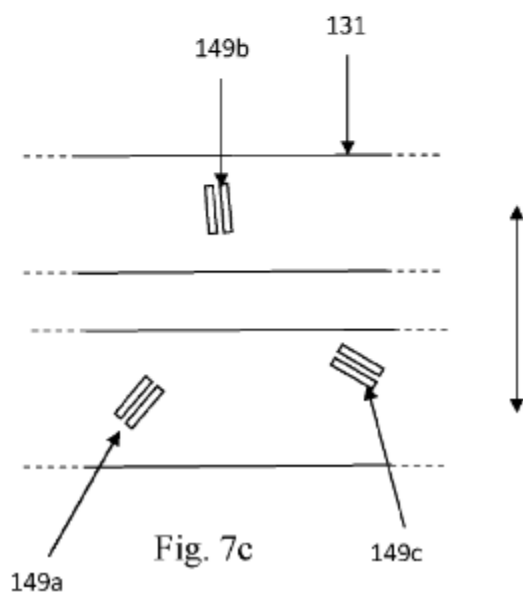


Fig. 7c

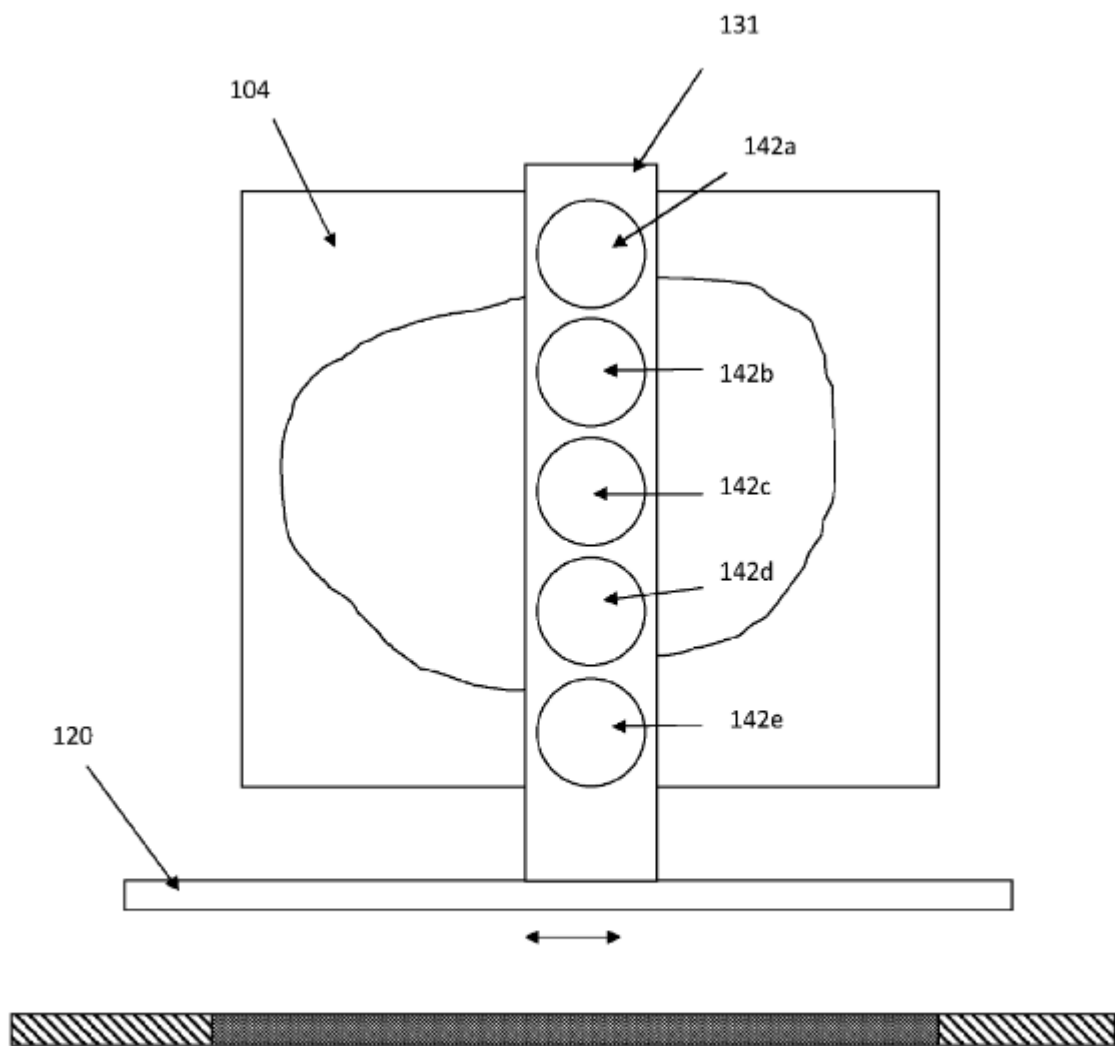


Fig. 8

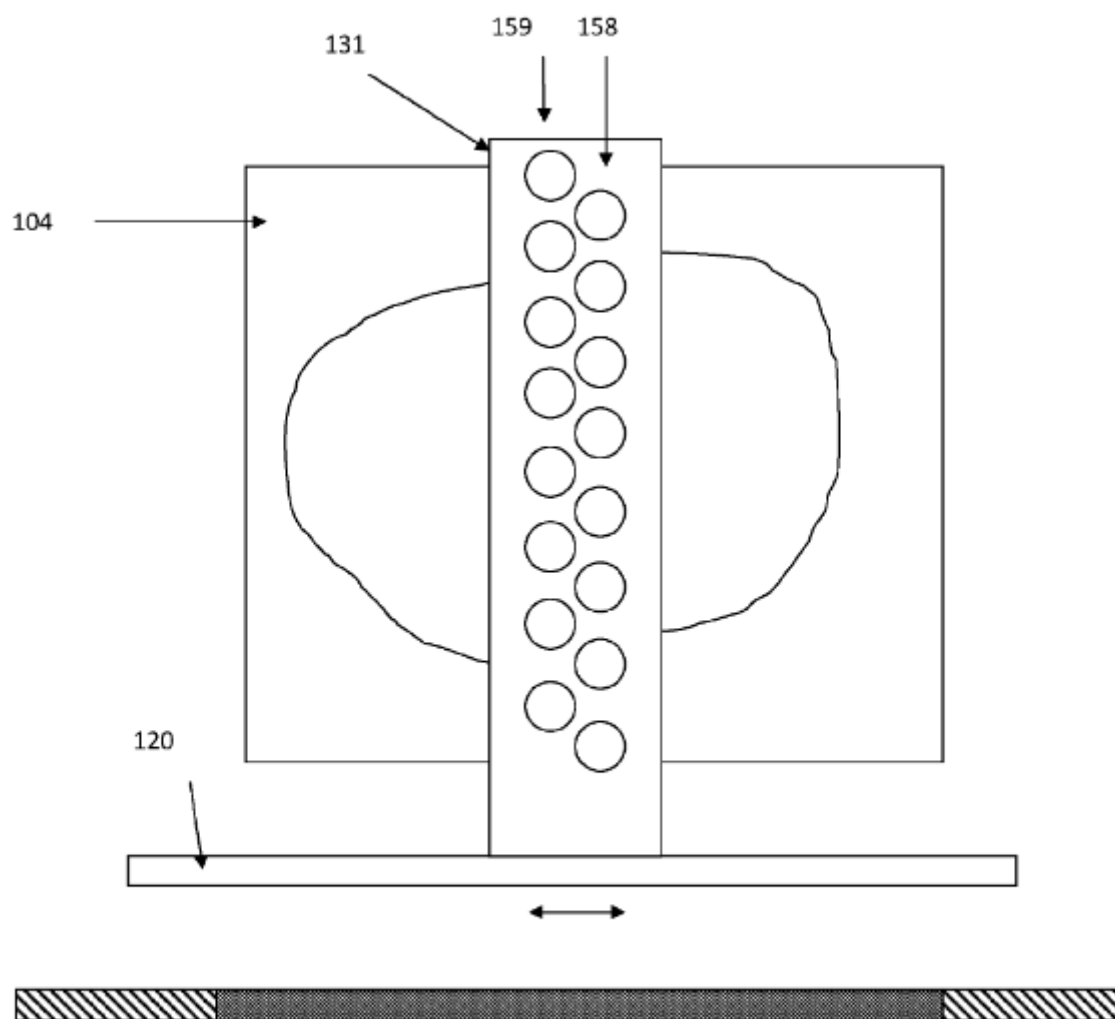


Fig. 9

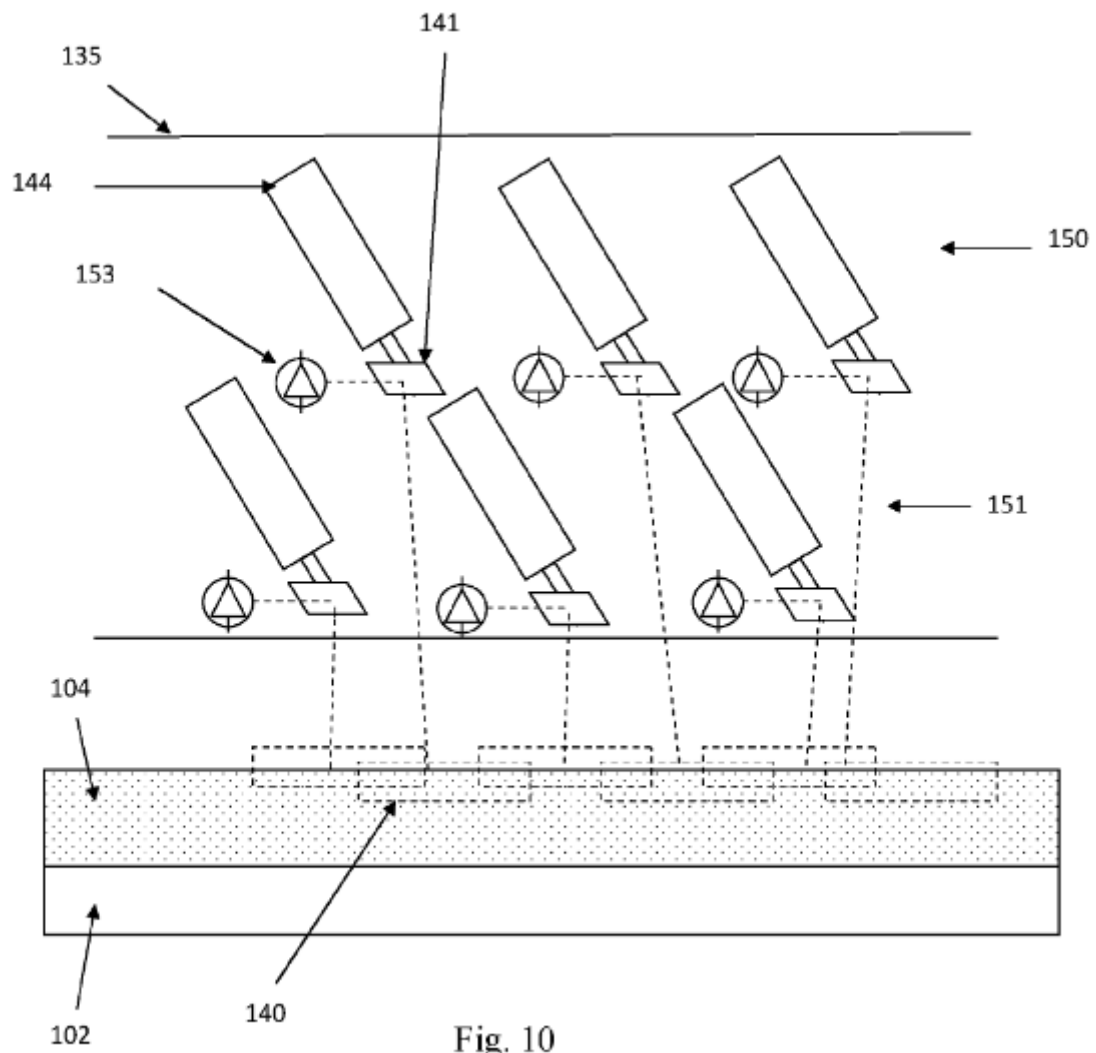


Fig. 10

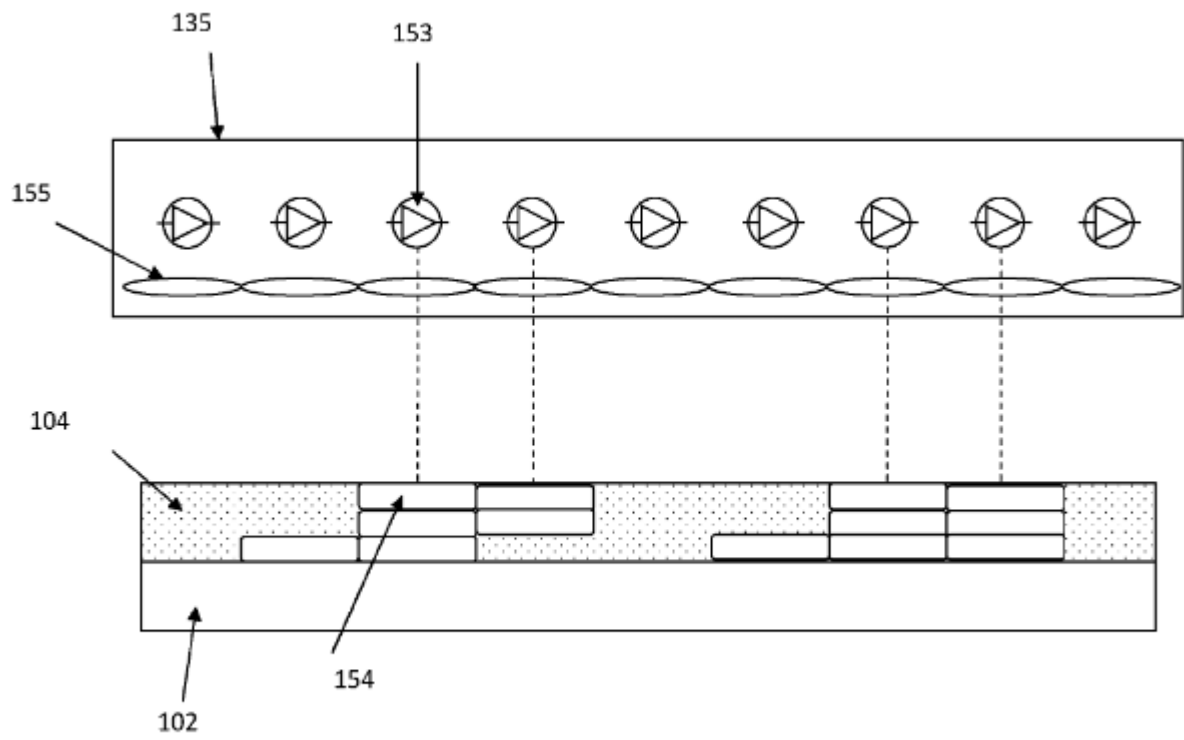


Fig. 11

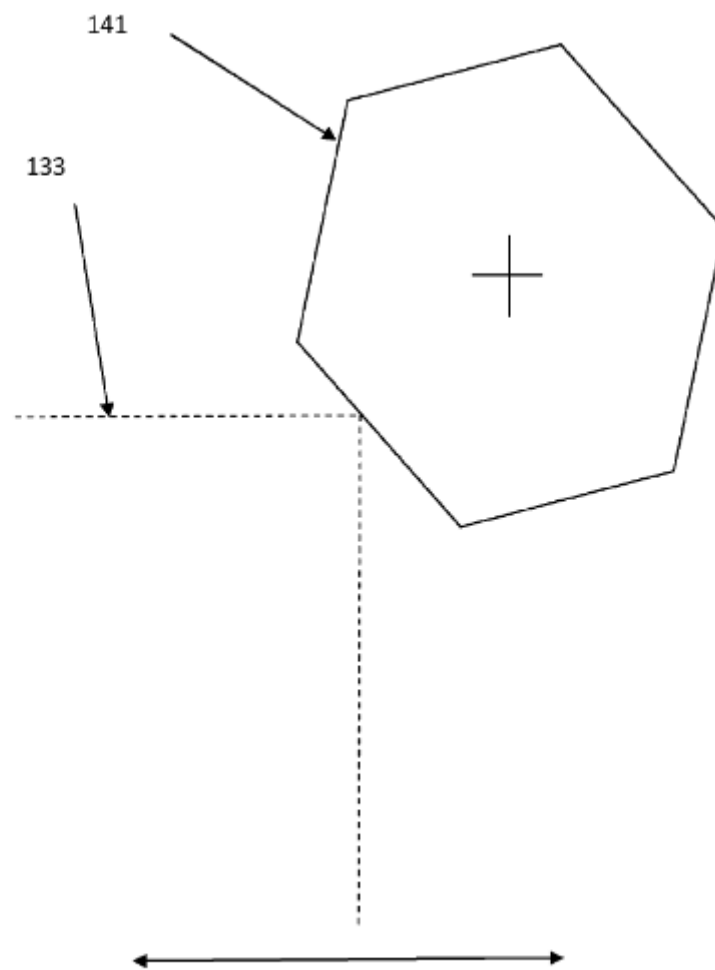


Fig. 12

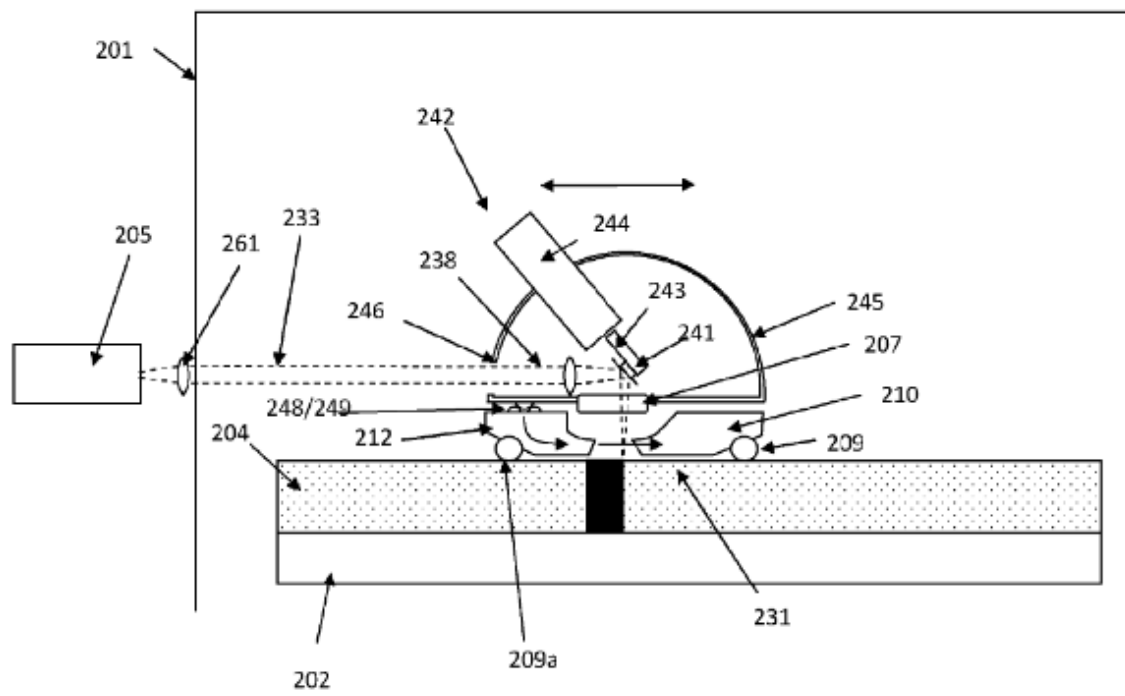


Fig. 13