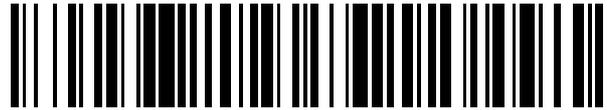


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 366**

51 Int. Cl.:

B23K 26/12 (2014.01)
B23K 26/34 (2014.01)
B23K 26/70 (2014.01)
B23K 26/08 (2014.01)
B23K 26/04 (2014.01)
B22F 3/105 (2006.01)
B29C 67/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2009 PCT/GB2009/002147**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.03.2010 WO10026397**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2009 E 09785069 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2342042**

54 Título: **Aparato de fabricación por adición con una cámara y un módulo óptico montable extraíble; método para preparar un aparato de procesamiento láser con dicho módulo óptico montable extraíble**

30 Prioridad:

05.09.2008 GB 0816308

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.02.2018

73 Titular/es:

RENISHAW PLC. (100.0%)
New Mills
Wotton-Under-Edge, Gloucestershire GL12 8JR, GB

72 Inventor/es:

SCOTT, SIMON, PETER y
SUTCLIFFE, CHRISTOPHER

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 655 366 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 por adición con una cámara y un módulo óptico montable extraíble; método para preparar un aparato de procesamiento láser con dicho módulo óptico montable extraíble

5 La invención se refiere a un aparato de fabricación por adición y un método para preparar un aparato de fabricación de aditivos para que funcione según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 14.

Antecedentes

10 Una cantidad de procesos diferentes usan la luz láser para fabricar componentes. Los procesos de fabricación que utilizan rayos láser incluyen aparatos de sinterizado selectivo por láser (SLS, por su sigla en inglés) y fusión selectiva por láser (SLM, por su sigla en inglés) y también métodos para desarrollar tales componentes mediante el curado de polímeros, tales como litografía, por ejemplo, estereolitografía (SLA, por su sigla en inglés). Tales procesos se pueden describir de forma genérica con los términos como fabricación por adición, fabricación rápida o prototipado rápido.

15 En un proceso de SLS o SLM, se deposita una capa fina de polvo sobre un área de construcción o lecho de polvo dentro de un aparato de SLS o SLM. Se escanea un rayo láser focalizado en las partes de la capa de polvo que corresponden a un corte transversal del artículo tridimensional a construir de manera que el polvo en los puntos donde escanea el láser se consolide ya sea mediante sinterizado o fusión. El corte transversal típicamente se genera a partir de una descripción 3-D del componente generado mediante el escaneado de un componente original o de los datos diseñados con la ayuda de una computadora (CAD, por su sigla en inglés).

20 Después de la consolidación de una capa, la superficie de construcción se baja al espesor de la capa recientemente consolidada y se esparce una capa nueva de polvo sobre la superficie. De nuevo, la superficie se irradia con un rayo láser en las partes de la capa que corresponden a un corte transversal del artículo tridimensional, la capa recientemente consolidada se une a la capa inicialmente consolidada. Este proceso se repite hasta que se completa el componente.

25 Para fabricar componentes según, por ejemplo, un proceso de SLS o SLM, se debe suministrar un rayo láser a la superficie de trabajo dentro del aparato y se debe controlar con un grado alto de precisión. Los dispositivos ópticos que permiten el control del rayo láser para los fines de fabricación incluyen óptica de enfoque, escáneres y otros lentes, y son extremadamente sensibles. Típicamente, los dispositivos ópticos sensibles se incorporan al bastidor del aparato de fabricación y los debe armar un técnico experto en el sitio. Además, el mantenimiento y la reparación de los dispositivos ópticos requieren un tiempo de inactividad de la máquina y pueden ser difíciles de realizar en el sitio, que típicamente es un lugar con polvo y poco propicio para las reparaciones de dispositivos ópticos.

30 US 2002/0090313A1 describe un aparato para sinterizar directamente un polvo metálico que comprende un cabezal de escáner para enfocar y redirigir el rayo láser.

US2007/0145629 describe un proceso de fabricación de aditivos donde se incorpora un objeto en una cámara de procesamiento sinterizando capas sucesivas usando un rayo láser. El láser se emite a través de una ventana en la cámara de procesamiento.

35 US6384370 describe un aparato de procesamiento para eliminar el recubrimiento de un objeto con un rayo láser. El aparato de procesamiento tenía un recipiente tipo caja con una abertura en un lado del objeto, donde los componentes ópticos estaban alojados en el recipiente tipo caja. Los componentes ópticos incluyen un lente convergente cuya altura se puede ajustar en relación con una superficie del objeto.

40 US2005/0107773 describe un dispositivo para la manipulación precisa del material, especialmente material orgánico, inclusive un sistema de láser pulsado. El sistema de láser pulsado comprende un aparato de enfoque de rayos que se puede desplazar en la dirección Z para permitir el desplazamiento del punto de enfoque.

Compendio de la invención

45 La invención proporciona un aparato de fabricación por adición, un sistema para producir componentes, un método para preparar un aparato de procesamiento láser y un módulo óptico como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas a las que se debería hacer referencia ahora. Las características preferidas o ventajosas de la invención se definen en las reivindicaciones secundarias dependientes.

Por consiguiente, en un primer aspecto, la invención define un aparato de fabricación por adición según la reivindicación 1. El módulo comprende un alojamiento sellable, por ejemplo, un alojamiento sellable herméticamente que contiene componentes ópticos para enfocar o dirigir el rayo láser.

El uso de un módulo montable extraíble que contiene los componentes ópticos sensibles para controlar el rayo láser

permite que el módulo se prepare en un área limpia para que se puede llevar a cabo una configuración y alineación precisa de los componentes ópticos. Un técnico puede acceder a los componentes en estas condiciones de limpieza, por ejemplo, una habitación que tiene una atmósfera controlada con el módulo dispuesto a una altura adecuada para acceder a los componentes. El técnico también puede tener acceso a los aparatos de prueba para permitir que los parámetros del módulo óptico, por ejemplo, alineación y perfil del rayo y enfoque, se analicen de manera exhaustiva y se certifiquen o validen fuera del sitio. Los procesos que involucran el uso de polvo, particularmente polvo submicrón, producen un ambiente con mucho polvo y el polvo, tal como el polvo metálico submicrón se puede infiltrar en las máquinas y puede causar deterioro en el desempeño de los componentes de la máquina. Un alojamiento sellable herméticamente permite que el módulo óptico tenga una atmósfera controlada, por ejemplo, una atmósfera libre de polvo y humedad como se encuentra en una habitación típicamente limpia, incluso cuando el módulo funciona dentro de una fábrica. La capacidad de excluir el polvo y la humedad del módulo puede mejorar el desempeño y aumentar los períodos de tiempo entre los mantenimientos de rutina.

Preferiblemente, los componentes ópticos incluyen un elemento de enfoque, un cabezal de escaneo y un lente f-theta. Un elemento de enfoque puede incluir una cantidad de lentes para enfocar un rayo láser entrante en un punto preciso en una superficie de trabajo. El cabezal de escaneo puede ser cualquier cabezal adecuado para mover el rayo láser para usar en el proceso de fabricación, por ejemplo, espejos de galvanómetro para escáner. Un lente f-theta permite que se proporcione un punto enfocado a una superficie plana dentro de una máquina. Esto es particularmente importante en los procesos para fabricación por adición tales como SLS o SLM donde se debe proporcionar un punto enfocado a todas las piezas de una superficie de construcción dentro de la cámara de procesamiento.

Como una alternativa al uso de un lente f-theta, el módulo óptico puede incluir elementos ópticos móviles que permiten en enfoque dinámico para administrar un punto enfocado a la superficie de construcción dentro del aparato de fabricación por adición. Un ejemplo de esta configuración se encuentra en el sistema de escaneo 3-D utilizado en algunas máquinas de SLS y SLM, donde el enfoque dinámico cambia continuamente el enfoque del láser que depende de la posición del rayo dentro de la cámara para que el punto de láser resultante esté siempre enfocado en la superficie de construcción.

De manera beneficiosa, el módulo óptico puede incluir más componentes. Por ejemplo, los componentes ópticos pueden incluir uno o más de los siguientes; un extensor de rayos, un aislador óptico, un colimador y una abertura.

El módulo del aparato puede contener, de manera beneficiosa, uno o más componentes para controlar los parámetros dentro del módulo o los parámetros de una operación de procesamiento. Por ejemplo, el alojamiento del módulo puede contener un controlador de rayos o un perfilómetro de rayos para controlar, opcionalmente continuamente, los parámetros de rayos tales como la distribución de polvo e intensidad y la forma del rayo. Un termómetro o termómetros puede controlar la temperatura dentro del módulo, o la temperatura de los componentes individuales dentro del módulo para determinar si están funcionando dentro de los intervalos térmicos ópticos. Un sensor de humedad puede controlar los niveles de humedad de la atmósfera dentro del módulo.

Se puede colocar una cámara para controlar y preferiblemente transmitir imágenes de la superficie de trabajo. De manera beneficiosa, cualquier cámara puede ser una cámara de obtención de imágenes térmicas, tales como una cámara de obtención de imágenes térmicas a través del lente, que puede registrar las condiciones térmicas en la pieza de trabajo o la superficie de trabajo.

Se puede montar una cámara dentro del módulo óptico mediante cualquier método conocido. Por ejemplo, se puede montar una cámara en el tren óptico para permitir la inspección a través del lente de la superficie de construcción. Dicha cámara se puede incluir en el tren óptico con un espejo de 45 grados que permite que pase un poco de luz a través de la cámara.

De manera alternativa, se puede montar una cámara fuera del eje y ver la superficie de construcción a través de las ventanas en el piso del módulo y la pared de la cámara de procesamiento. Una desventaja de la inspección a través del lente en los sistemas que incluyen un lente f-theta es que hay un determinado grado de distorsión. Además, el ángulo de visión se puede restringir. Estos problemas se pueden superar con el uso de una cámara que ve la superficie de construcción a través de ventanas que están fuera del eje óptico.

El uso de un rayo láser de gran potencia puede causar calor excesivo de uno o más de los componentes dentro del módulo. Por lo tanto, se pueden proporcionar medios de enfriamiento para enfriar el módulo, o enfriar uno o más componentes individuales dentro del módulo. De manera beneficiosa, esto se puede lograr mediante tuberías o canales de agua o gas que pasen a través del módulo para eliminar el calor. Por ejemplo, se puede canalizar agua dentro del módulo a través canales de enfriamiento adecuados, por ejemplo a través de tuberías de cobre, para eliminar el calor de la región deseada del módulo o del módulo entero. Preferiblemente, los medios de enfriamiento tales como los canales de enfriamiento se incorporan en el poso del módulo óptico.

Puede ser beneficioso que el módulo óptico se monte en la cámara de procesamiento para que haya un espacio de

aislamiento entre el piso del módulo y la pared de la cámara. Dicho espacio evita que el calor de la cámara caliente el módulo e interfiera potencialmente con el funcionamiento del módulo. De manera alternativa, se puede colocar una capa de aislamiento térmico entre el piso del módulo y la pared de la cámara o se pueden incorporar dentro del piso del módulo.

5 Los medios de calentamiento se podrían proporcionar al módulo si uno o más componentes dentro del módulo se tienen que calentar.

Es preferible que la atmósfera dentro del módulo sea aire deshumidificado. Esta atmósfera se puede proporcionar mediante la alineación de varios elementos ópticos dentro de una habitación limpia y luego sellar el módulo para que la atmósfera dentro del módulo sea la misma que la atmósfera dentro de la habitación limpia.

10 Opcionalmente, el módulo se puede adaptar para permitir una atmósfera inerte dentro del módulo. Por ejemplo, el alojamiento del módulo podría definir una válvula que permite que el aire dentro del módulo se bombee hacia afuera y se reemplace con un gas inerte, por ejemplo, argón o nitrógeno. Preferiblemente, el gas inerte podría ser helio, ya que el helio tiene propiedades excelentes de transferencia térmica y puede ayudar a mantener los componentes dentro del módulo a una temperatura constante. Para ayudar a controlar aún más la temperatura dentro del módulo, se puede calentar o enfriar cualquier gas suministrado al módulo según sea necesario.

15 El módulo óptico puede comprender dos o más trenes ópticos (la disposición de los componentes ópticos dentro del módulo por el que pasa la luz láser). Por lo tanto, el módulo puede ser capaz de emitir dos o más rayos láser en la cámara de procesamiento simultáneamente. Los trenes ópticos separados pueden tener una configuración idéntica, para permitir la emisión de múltiples rayos idénticos a la cámara de procesamiento. De manera alternativa, pueden tener una configuración diferente. Una ventaja de usar diferentes trenes con diferentes configuraciones es que la fuente de láser puede ser capaz de cambiarse, por ejemplo, a un láser con una longitud de onda diferente, sin la necesidad de cambiar los módulos. De manera alternativa, los rayos láser se pueden cambiar entre los trenes para diferentes partes del proceso. Un tren óptico puede, por ejemplo, configurarse para proporcionar un tamaño de puntos ancho en la superficie de construcción y otro dentro del mismo módulo se puede configurar para producir un tamaño de puntos pequeños en la superficie de construcción.

25 De manera beneficiosa, el módulo puede comprender una etiqueta de identificación que proporcione información relacionada con el módulo, por ejemplo, detalles de la configuración precisa y los componentes ópticos y periféricos contenidos dentro del alojamiento. Puede ser beneficioso que los detalles de los componentes ópticos, por ejemplo, los recubrimientos de los lentes, sean fácilmente accesibles para que el módulo solo se use con láseres específicos y con intervalos de potencia específicos. Un módulo óptico configurado para emitir rayos de luz con una longitud de onda específica, por ejemplo, 1064 nanómetros, y una potencia específica, por ejemplo, 50 watts, puede no ser adecuado para usar con una fuente de láser de diferente potencia o longitud de onda. Preferiblemente, cualquier etiqueta de identificación es capaz de comunicarse con una computadora de control central, por ejemplo, con conexión inalámbrica o por radiofrecuencia, de manera que el software del control pueda verificar que se proporciona la configuración óptica correcta para una operación de procesamiento particular.

35 Preferiblemente, los componentes ópticos se montan dentro del alojamiento en un riel rígido. Esto tiene las ventajas de que los componentes se pueden mover a lo largo del recorrido lineal para su posicionamiento óptimo y para el ajuste fino de la configuración. Se podrían colocar los componentes ópticos sin un riel, pero puede requerir más trabajo de un técnico para configurarlos adecuadamente. Preferiblemente, el riel en el cual se montan los componentes ópticos está montado en una placa de referencia rígida.

40 El riel se puede montar de manera ajustable a la placa de referencia rígida de manera que el espacio entre el riel y la placa de referencia se pueda ajustar para ajustar la altura fija de los componentes ópticos sobre una pieza de trabajo cuando el módulo está en posición en un aparato de fabricación.

45 Preferiblemente, tanto la superficie externa de la cámara de procesamiento del aparato como una parte del alojamiento del módulo están adaptadas para que el módulo esté montado de manera segura al aparato en la posición adecuada. Uno de tales medios de montaje podrían ser placas acopladas en la cámara de procesamiento y el módulo óptico y pernos para montar el módulo de manera segura en la posición correcta.

50 En un aparato de fabricación láser típico, los componentes ópticos están incorporados en el bastidor del aparato. Si se usa un lente f-theta, este usualmente se proyecta en la cámara de procesamiento. Típicamente, se usa una tapa para proteger el lente f-theta de la contaminación del polvo y el hollín. Un límite de esta disposición es que es difícil sellar la cámara de procesamiento para funcionar a una presión de vacío o una presión baja ya que, por ejemplo, la tapa que protege el lente f-theta no podría resistir las presiones bajas y se podría romper. Con la disposición de la manera que se reivindica en este aspecto de la invención, el módulo óptico contiene elementos ópticos tales como cualquier lente f-theta y emite un rayo láser a través de una ventana a la cámara de procesamiento. Esta ventana se puede sellar con un material adecuado para que la cámara de procesamiento pueda resistir las presiones bajas, por ejemplo, presiones de 1×10^{-4} Torr o menos. La

- capacidad de reducir la presión dentro de la cámara de procesamiento puede ofrecer varias ventajas durante el procesamiento. En la fabricación de los componentes a partir de metales en particular una presión baja o presión parcialmente de vacío puede mejorar sustancialmente las propiedades de un componente. Esta mejora en las propiedades se puede lograr mediante la reducción del contenido de oxígeno y óxido dentro del componente producido o puede ser a causa de microestructuras mejoradas como resultado de diferentes tasas de enfriamiento causadas por el procesamiento láser en una atmósfera de presión baja.
- De manera beneficiosa, el uso de un módulo óptico separado puede permitir que el aparato funcione en condiciones donde la cámara de procesamiento esté a una presión menor a la presión atmosférica y el tren óptico esté alojado a una presión mayor que la presión atmosférica.
- Según la presente invención, la ventana de la cámara de procesamiento está sellada con un material transparente de manera óptica, preferiblemente de al menos 15 mm de espesor. Transparente de manera óptica significa un material que permite que la luz láser de la longitud de onda seleccionada para el procesamiento pase a través del material. Los materiales de ventana adecuados pueden incluir ventanas de dióxido de silicio o de cuarzo (por ejemplo, ventanas hechas de suprasil®). Preferiblemente, el material transparente de manera óptica está recubierto adecuadamente con recubrimiento antirreflejo según corresponde para la longitud de onda de la luz láser. Preferiblemente, el material transparente de manera óptica se puede unir a la cámara de procesamiento de manera que selle la ventana y permita que se forme una presión de vacío dentro de la cámara de procesamiento. Preferiblemente en particular, el material transparente de manera óptica se puede cambiar si, por ejemplo, se ensucia debido al polvo o al hollín generado por la operación de procesamiento. En un segundo aspecto, la invención puede proporcionar un sistema para producir componentes mediante la consolidación en capas de polvo según la reivindicación 13.
- De manera beneficiosa, este aspecto de la invención permite un sistema que comprende una pluralidad de láseres con diferentes longitudes de onda y una pluralidad correspondiente de módulos ópticos montables extraíbles para el aparato de procesamiento láser. Cada uno de los módulos ópticos contiene componentes ópticos que se configuran específicamente para usar con un láser o láseres específicos, por ejemplo, un subconjunto de láseres dentro de un intervalo particular de longitud de onda o un intervalo particular de potencia.
- Algunos materiales se pueden procesar más eficazmente para el uso de láseres con diferentes longitudes de onda o potencias. Por ejemplo, no sería adecuada la misma longitud de onda y potencia para fundir cobre y acero y materiales plásticos. Para mantener la flexibilidad de qué materiales se pueden fabricar en un aparato particular, la invención permite, de manera beneficiosa, un cambio rápido de módulos ópticos y láseres.
- Los ejemplos de parámetros que pueden ser diferentes dentro de módulos diferentes para usar con láseres diferentes incluyen materiales ópticos o materiales de recubrimiento óptico para usar con diferentes configuraciones longitudes de onda de luz láser, expansión de rayos o enfoque para usar para procesar diferentes tipos de material, o materiales ópticos y/o medios para la eliminación de calor para usar con láseres de diferentes potencias. Por lo tanto, un único aparato de fabricación láser se puede cambiar para usar, por ejemplo, un láser de fibra que opera dentro de una longitud de onda de 523 nanómetros a un láser de dióxido de carbono que opera con una longitud de onda de 1,6 micrómetros. Este cambio lo pueden lograr los técnicos con poca experiencia reemplazando un láser y un módulo óptico en el aparato.
- El módulo óptico puede comprender un medio integral para permitir que los componentes ópticos se inclinen y/o giren en relación con la cámara de procesamiento. De manera alternativa, un sistema según este aspecto de la invención puede comprender además un conector para montar el módulo óptico en la cámara de procesamiento del aparato. Tal conector podría moverse permitiendo que el módulo óptico montado se incline y/o gire para ajustar la alineación del rayo a través de la ventana de la cámara de procesamiento.
- En un tercer aspecto, la invención define un método para preparar un aparato de procesamiento láser para que funcione según la reivindicación 14.
- Preferiblemente, los componentes ópticos se alinean en un entorno controlado, por ejemplo, una habitación limpia. Opcionalmente, la configuración puede involucrar el paso de formar una atmósfera de gas inerte dentro del módulo, por ejemplo, purgando el interior del módulo con un gas inerte, tal como helio, nitrógeno o argón.
- La atmósfera dentro del módulo puede estar a una presión baja en comparación con la atmósfera, por ejemplo, un vacío parcial.
- De manera beneficiosa, la configuración de un módulo óptico remoto de la máquina permite que la configuración óptica se pruebe y se valide o certifique en un lugar remoto al aparato de procesamiento láser. El rendimiento del módulo óptico puede seguir controlándose continuamente, de manera beneficiosa, ya sea en el sitio o de manera remota con sensores montados dentro del módulo. Esto permite que el rendimiento del módulo sea constantemente evaluados para que cuando el rendimiento baje del nivel requerido por un nivel particular de validación o certificación de un nivel requerido para el

rendimiento óptimo de un proceso particular, el módulo se pueda reparar o reemplazar.

Es beneficioso que se puedan controlar los datos generados por los sensores dentro del módulo óptico desde un lugar remoto, por ejemplo, desde la instalación responsable de la configuración y el mantenimiento del módulo óptico. Estos datos se pueden controlar de manera remota, por ejemplo, usando conexiones en red o de internet y protocolos.

- 5 De manera beneficiosa, se puede pedir o pedir automáticamente un módulo de reemplazo cuando los datos generados por los sensores dentro del módulo óptico indiquen que el rendimiento del módulo bajó de un nivel predeterminados.

10 Las ventajas potenciales que surjan de producir un componente a una presión baja se han discutido anteriormente. Preferiblemente, la ventana de la cámara de construcción comprende una capa de material transparente para la longitud de onda de la luz generada por un láser particular usado para un proceso particular, el material tiene al menos 50 mm de espesor. El uso y los materiales potenciales para sellar la ventana en la cámara de construcción se han discutido anteriormente.

Los aspectos preferidos de la invención se describirán ahora en detalle con referencia a los dibujos en donde

La Figura 1 ilustra un corte esquemático de un módulo óptico que muestra algunos de los componentes ópticos contenidos en la presente.

- 15 La Figura 2 es una ilustración esquemática del módulo óptico ilustrado en la Figura 1 montado como parte de un aparato de procesamiento láser para dirigir rayos láser en la cámara de procesamiento del aparato de procesamiento láser.

La Figura 3 ilustra una vista de corte de un módulo óptico montado como parte de un aparato de SLM para dirigir rayos láser en la cámara de construcción del aparato de SLM.

- 20 La Figura 4 ilustra una vista de corte de un módulo óptico montado como parte de un aparato de SLM para dirigir rayos láser en la cámara de construcción del aparato de SLM.

La Figura 5 ilustra una vista en perspectiva de un módulo óptico como se ilustra en la Figura 4 o 5 montado en y formando parte de un aparato de SLM.

- 25 La Figura 6 ilustra un módulo de láseres que representa la invención montado para dirigir los rayos láser en la cámara de procesamiento de un aparato de procesamiento láser con un componente separador dispuesto entre el módulo óptico y la cámara de procesamiento.

30 La Figura 1 muestra un módulo óptico 10 para proporcionar rayos láser a un aparato de fabricación. El módulo comprende un alojamiento sellable herméticamente 20 que incluye una placa con base rígida 25. El alojamiento, inclusive la placa con base rígida 25, proporciona un bastidor rígido que reduce sustancialmente o elimina las distorsiones durante el uso. Incluso las distorsiones menores en el bastidor podrían comprometer la alineación sensible de los componentes dentro del módulo.

Una interfase 30 a lo largo del alojamiento se acopla a un cable de fibra óptica para emitir rayos láser al módulo desde una fuente de láseres.

- 35 La fuente de láseres podría ser cualquier fuente de láseres adecuada, por ejemplo una fuente de láser de granate de itrio y aluminio (YAG, por su sigla en inglés) o un láser de diodo o un láser de disco. Los láseres que tienen longitudes de onda mayores tales como, por ejemplo, un láser de CO₂ también se puede usar con una modificación adecuada en la interfase suministrando el láser en el alojamiento (los láseres de longitud de onda mayores no se suministran usualmente a través de un cable de fibra óptica).

40 La fuente de láseres se seleccionará principalmente según la longitud de onda del láser y la potencia producida por la fuente de láseres. Una fuente de láseres preferida es un láser de fibra de iterbio, típicamente con una potencia de hasta 400 watts por ejemplo 50 watts o 100 watts o 200 watts. Preferiblemente, la fuente de láseres suministrará rayos salida colimados a través de un cable de fibra óptica en la interfase de fibra óptica 30 del módulo óptico 10.

45 El objetivo del módulo óptico es tomar el rayo producido por la fuente de láseres, configurar el rayo según las características requeridas y emitirlo a la pieza de trabajo. En un ejemplo preferido (como está ilustrado esquemáticamente en la Figura 1) la vía de emisión o la vía óptica del rayo láser incluye un extensor de rayos 40, un módulo varioscan 50, un cabezal de escaneo de galvanómetro 60 y un objetivo de campo plano (lente f-theta) 70.

Varioscan es un nombre comercial para un componente óptico que combina un extensor de rayos y un telescopio. El módulo varioscan opera en conjunto con el cabezal de escaneo de galvanómetro para ofrecer un ajuste continuo del tamaño de la imagen, distancia de trabajo y tamaño de punto del rayo láser, según se requiera. Para un módulo óptico

preferible que acepta una potencia de salida láser de 200 watts, el módulo varioscan permite la variación del tamaño del punto de 50 micrómetros y 500 micrómetros a un área de procesamiento de 250 mm².

5 El módulo varioscan y el extensor de rayos se montan en un riel lineal 90 dentro del alojamiento. El riel preferiblemente está hecho de un material tal como Invar para reducir el efecto de la distorsión térmica del riel en la alineación de los componentes ópticos.

La Figura 2 ilustra el módulo óptico de la Figura 1 10 montado y como parte del aparato de fabricación láser 100, de manera que un rayo láser emitido por el módulo óptico se pueda emitir a través de una ventana 110 de una cámara de procesamiento del aparato 120. El rayo láser se emite a una superficie de trabajo del aparato 130.

10 La ventana de la cámara de procesamiento se sella con una placa de cuarzo de 15 mm de espesor 115 que es transparente para la luz láser del rayo láser seleccionado. La placa de cuarzo 115 está recubierta en ambos lados para un rendimiento óptico óptimo.

La cámara de procesamiento está construida de manera que puede operar a una presión baja, por ejemplo, una presión de 1×10^{-4} de herramienta o menos.

15 Además de la interfase 30 para permitir el acceso a un rayo láser de una fuente de láser, el alojamiento 20 del módulo incluye acoplamientos y puertos para los canales de enfriamiento de agua, cables de comunicación y cables de suministro de energía (que no se muestran). Los puertos de comunicaciones en la superficie externa del alojamiento permiten la conexión desde y la comunicación entre una computadora o módulo de control y los componentes ópticos inclusive el escáner de galvanómetro y la unidad varioscan.

20 La Figura 3 ilustra un aparato de fusión selectiva por láser (SLM) 3100 según un aspecto de la invención que comprende un módulo óptico 310 y una cámara de construcción 3120. Se emite un rayo láser de una fuente de láser de fibra al módulo mediante un cable de fibra óptica 311 y en el módulo óptico a través de la interfase de fibra óptica 330. El rayo láser pasa a través de una cantidad de componentes ópticos 332 montados en un riel lineal invar 390 dentro del módulo óptico. Un espejo de galvanómetro para escáner 360 emite el rayo láser a través de lentes f-theta 370 y una ventana de cuarzo 3115 en la cámara de procesamiento 3120 o cámara de construcción del aparato de SLM 3100.

25 El rayo láser se puede escanear con los espejos de escaneo láser 360 a lo largo de la superficie de un campo de imágenes o superficie de construcción 3130. La superficie de construcción puede ser de cualquier dimensión práctica, por ejemplo 100 mm por 100 mm, o 265 mm X 265 mm o 300 mm por 300 mm, o 500 mm por 500 mm.

30 La Figura 4 ilustra un corte de el aparato de SLM de la Figura 3. Esta ilustración muestra claramente la superficie de construcción 3130, la cubierta de cuarzo de la ventana en la cámara de construcción 3115, el cabezal de galvanómetro para escanear 360, una unidad varioscan 350 y un extensor de rayos 340. Se puede ver que la ventana de cuarzo 3115 está sellada en una posición superior de la cámara de procesamiento 3120 con medios de sellado que tienen juntas tóricas 3116.

35 La Figura 5 es una vista en perspectiva del aparato de SLM de las Figuras 3 y 4. El módulo óptico 310 está montado en una parte superior de la cámara de construcción 3120 con un bloque de montaje 500 en una parte superior de la cámara de construcción.

La Figura 6 es una ilustración esquemática de un aparato de fabricación 100 según un aspecto de la invención; El aparato de la Figura 6 es similar al aparato de la Figura 2 y, por practicidad, se usan los mismos números de referencia para las dos realizaciones.

40 Por lo tanto, el aparato de la Figura 6 comprender un módulo óptico 10 como está ilustrado en la Figura 2 y descrito en el texto que acompaña la Figura 2. La diferencia entre el aparato ilustrado en la Figura 6 y el ilustrado en la Figura 2 es que el módulo óptico 10 está acoplado a una cámara de procesamiento 120 del aparato 100 por medio de un miembro de acoplamiento 600.

45 El miembro de acoplamiento 600 simplemente puede ser un bloque de separación que permite que el módulo óptico se separe una distancia de una unidad predeterminada sobre una superficie de construcción o de procesamiento 130 para proporcionar un enfoque óptimo y parámetros de escaneo.

El miembro de acoplamiento 600 también puede permitir el movimiento vertical del módulo óptico con respecto a la cámara de procesamiento para que la altura de trabajo del módulo se pueda variar. El miembro de acoplamiento 600 también puede ser ajustable para permitir un poco de inclinación y/o giro del módulo óptico para posicionar el rayo láser de manera óptima para llevar a cabo el proceso de fabricación.

50 Un módulo preferido según cualquiera de los aspectos de la invención también contienen termómetros o termosensores

para medir la temperatura en diferentes lugares dentro del módulo y un sensor atmosférico para controlar las condiciones atmosféricas dentro del módulo. El alojamiento incluye puertos de comunicación externa que permiten la comunicación entre los sensores y una computadora o módulo de control.

5 En las realizaciones específicas descritas anteriormente, las comunicaciones entre varios componentes ópticos y sensores dentro del módulo óptico se logran en esta realización por medio de una conexión umbilical, es decir, una conexión con un cable físico entre una computadora y el módulo. Sin embargo, está claro, que la tecnología inalámbrica permite controlar varios componentes o transmitir datos de un sensor, para lograr un medio inalámbrico usando uno de varios protocolos de comunicación inalámbricos.

10 Cuando el módulo óptico según un aspecto de la invención está configurado para usar con una fuente de láser, los componentes ópticos se seleccionan para que sean compatibles con la longitud de onda específica, o intervalo de longitudes de onda, producidas por la fuente de láser y la potencia del láser. En un módulo preferido, estos componentes están montados en un riel fijo y orientados y alineados en el espacio cuidadosamente. Los componentes se analizan y el módulo óptico se sella. En un método preferido de configuración del módulo óptico, el proceso de configuración se realiza en una habitación limpia que tiene una atmósfera sin polvo ni humedad. Por lo tanto, cuando se sella el módulo, la atmósfera dentro del módulo es una atmósfera de aire sin polvo ni humedad. Debido a que el sellado del módulo produce un sellado hermético, esta atmósfera se mantiene dentro del módulo.

20 El módulo luego se entrega a un sitio de fabricación que tiene un aparato de fabricación y el alojamiento del módulo o bastidor simplemente necesita que se arme en un aparato de fabricación láser. Como los componentes ópticos del módulo se han alineado y analizado, el módulo solo necesita que se arme en el aparato y que se hagan las conexiones de potencia y comunicaciones. De manera eficaz, el módulo debería ser uno de "enchufar y encender" y no debería necesitar los servicios de un técnico especializado para montar un aparato de procesamiento.

25 En un sistema preferido, el módulo óptico está controlado por software en una computadora. Los sensores dentro del módulo controlan varios parámetros, tales como la temperatura y el perfil y calidad de los rayos, y estos datos se transmiten a la computadora. Los datos relacionados con el desempeño del rendimiento se transmite por Internet a un servidor central donde se comparan los detalles del rendimiento del módulo con los valores de rendimiento mínimos. Si el rendimiento del módulo es menor a un nivel predeterminado, se puede pedir y enviar un módulo nuevo, o el módulo se puede devolver para su mantenimiento.

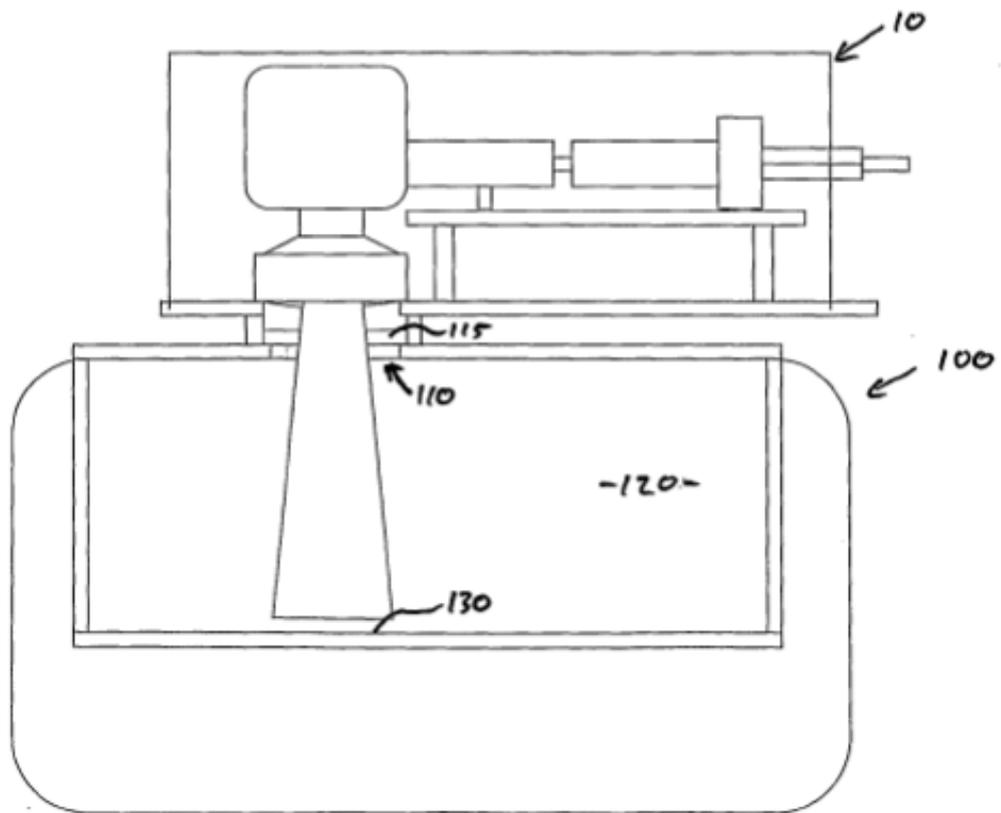
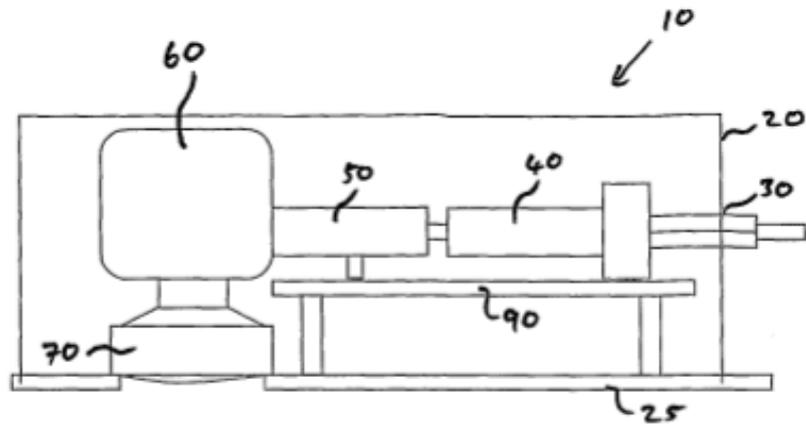
REVINDICACIONES

1. Un aparato de fabricación por adición que comprende una cámara de procesamiento (120, 3120) que tiene una ventana (110, 3115) que recibe rayos láser en la cámara de procesamiento (120, 3120), la ventana (110, 3115) de la cámara de procesamiento (120, 3120) está sellada con un material transparente de manera óptica, y un módulo óptico (10, 310) para emitir los rayos láser por una ventana (110, 3115), el módulo óptico comprende un alojamiento (20) que contiene componentes ópticos (40, 50, 60, 332, 350, 360) para enfocar y direccionar los rayos láser, caracterizados por que el alojamiento (20) comprende una interfase (30, 330) para acoplar el alojamiento (20) con un cable de fibra óptica (311) que transporta los rayos láser y una abertura de ventana (70, 370) a través de la cual puede pasar el alojamiento (20), el módulo óptico (10, 310) y la cámara de procesamiento (120, 3120) que comprende montar medios para montar/acoplar de manera extraíble el módulo óptico (10, 310) en la cámara de procesamiento (120, 3120) en una posición adecuada de manera que el módulo óptico pueda emitir los rayos láser a través de la ventana (110, 3115).
2. Un aparato de fabricación por adición según la reivindicación 1, que comprende un conector (600) para montar el módulo óptico (10, 310) a la cámara de procesamiento (120, 3120) y opcionalmente, que comprende placas de montajes en ambas cámaras de procesamiento (120, 3120) y el módulo óptico (10, 310) y los pernos para montar de manera segura el módulo óptico (10, 310) en su lugar.
3. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alojamiento (20) es un alojamiento sellable.
4. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los componentes ópticos incluyen un elemento de enfoque (50, 350), un cabezal de escaneo (60, 360) y un lente t-theta (70, 370); y/o en el que los componentes ópticos incluyen además uno o más componentes que se seleccionan del grupo que consiste en un extensor de rayos, un aislador óptico y un colimador; y/o en el que los componentes ópticos se pueden montar de manera móvil a un riel (90, 390) dentro del alojamiento (20).
5. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los componentes ópticos comprenden un telescopio.
6. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el alojamiento (20) contiene uno o más componentes seleccionados de un perfilómetro de rayos, un monitor de rayos, un termómetro, un sensor de humedad y una cámara de imagenología térmica.
7. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo comprende un medio de enfriamiento para eliminar calor del módulo, preferiblemente canales de enfriamiento con agua acoplables a un suministro externo de agua.
8. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que una atmósfera dentro del módulo (10, 310) es aire deshumidificado, o en la que una atmósfera dentro del módulo (10, 310) comprende un gas inerte, preferiblemente argón o helio.
9. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los componentes ópticos (40, 50, 60, 332, 350, 360) forman un tren óptico a través del cual pasan los rayos láser, el tren óptico comprende elementos ópticos móviles (50, 350) que permiten el enfoque dinámico de los rayos láser para administrar un punto enfocado a una superficie de construcción plana (130, 3130) dentro de la cámara de procesamiento (120, 3120), el aparato comprende además una cámara montada en el tren óptico para inspeccionar la superficie de construcción (130, 3130).
10. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la ventana (110, 3115) está sellada de manera que la cámara de procesamiento puede tolerar presiones bajas, tales como presiones de 1×10^{-4} Torr o menos y preferiblemente un vacío.
11. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende una etiqueta de identificación, por ejemplo, una etiqueta de identificación de radiofrecuencia, que tiene información relacionada con el módulo.
12. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la superficie externa de la cámara de procesamiento (120, 3120) y una parte del alojamiento (20) están adaptadas para que el módulo óptico (10, 310) se pueda montar de manera segura al aparato de fabricación por adición en una posición adecuada.
13. Un sistema para producir componentes mediante la consolidación en capas de polvo que comprende un aparato de fabricación por adición como está definido en cualquier reivindicación anterior y un láser, el láser se puede acoplar al módulo óptico (10, 310) de manera que un rayo láser producido por el láser se puede dirigir en la cámara de procesamiento (120, 3120) del aparato, el sistema puede además comprender múltiples láseres con diferentes longitudes de onda y

múltiples módulos (10, 310), cada módulo (10, 310) contiene componentes ópticos configurados para usar con uno o más de los láseres y/o un conector (600) para montar el módulo óptico (10) al aparato, el conector (600) es capaz de moverse para permitir que el módulo óptico montado (10) se incline y gire para ajustar la alineación de los rayos.

- 5 14. Un método para preparar un aparato de fabricación por adición, el aparato de fabricación por adición comprende una cámara de procesamiento (120, 3120) que define una ventana (110, 3115) para recibir rayos láser en la cámara (120, 3120), la ventana (110, 3115) de la cámara de procesamiento (120, 3120) sellada con un material transparente de manera óptica, el método está caracterizado por los pasos de alinear componentes ópticos (40, 50, 60, 332, 350, 360) para direccionar y enfocar un rayo láser dentro de un alojamiento (20) de un módulo óptico removible (10, 310), el alojamiento comprende una interfase (30, 330) para alojar el alojamiento (20) con un cable de fibra óptica (311) que tiene el rayo láser
- 10 y una abertura de ventana (70, 370) a través de la cual el rayo láser puede salir del alojamiento (20), sellar el alojamiento (20) del módulo (10, 310) y usar medios para montar/acoplar en el módulo óptico (10, 310) y la cámara de procesamiento (120, 3120) para montar/acoplar de manera removible el módulo óptico (10, 310) en la cámara de procesamiento (120, 3120) en una posición adecuada de manera que un rayo láser direccionado por el módulo (10, 310) se pueda recibir a través de una ventana para usar en una operación de fabricación por adición.
- 15 15. Un método según la reivindicación 14, i) en el que el paso de alinear los componentes ópticos se realiza en un entorno controlado, por ejemplo, una habitación limpia y/o ii) que comprende el paso de formar una atmósfera de gas inerte(110, 310) y/o iii) en el que el módulo óptico (10, 310) está analizado y validado o certificado en un lugar remoto al aparato de procesamiento láser.
- 20 16. Un método de operar un aparato de fabricación por adición según la reivindicación 14 o la reivindicación 15 o un sistema según la reivindicación 13 que comprende el paso de controlar los datos generados por sensores dentro del módulo óptico (10, 310) y opcionalmente, los datos se controlan de un lugar remoto al aparato, y que comprende además opcionalmente el paso de remplazar el módulo óptico (10, 310) está debajo de un nivel predeterminado, y en el cual además, de manera opcional se pide n módulo de remplazo (10, 310) automáticamente cuando los datos controlados indican que el rendimiento del módulo (10, 310) está por debajo de un nivel predeterminado.

25



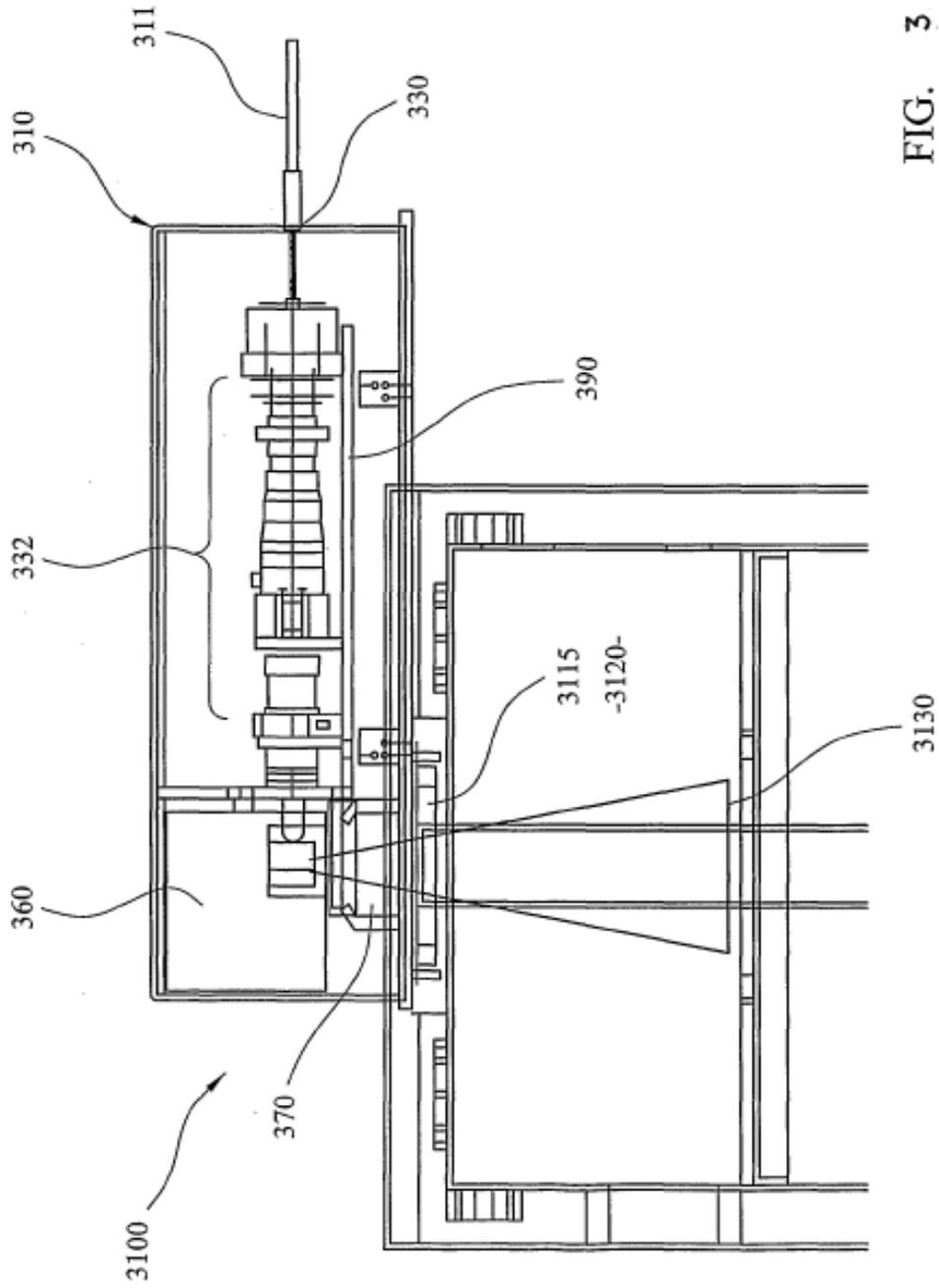


FIG. 3

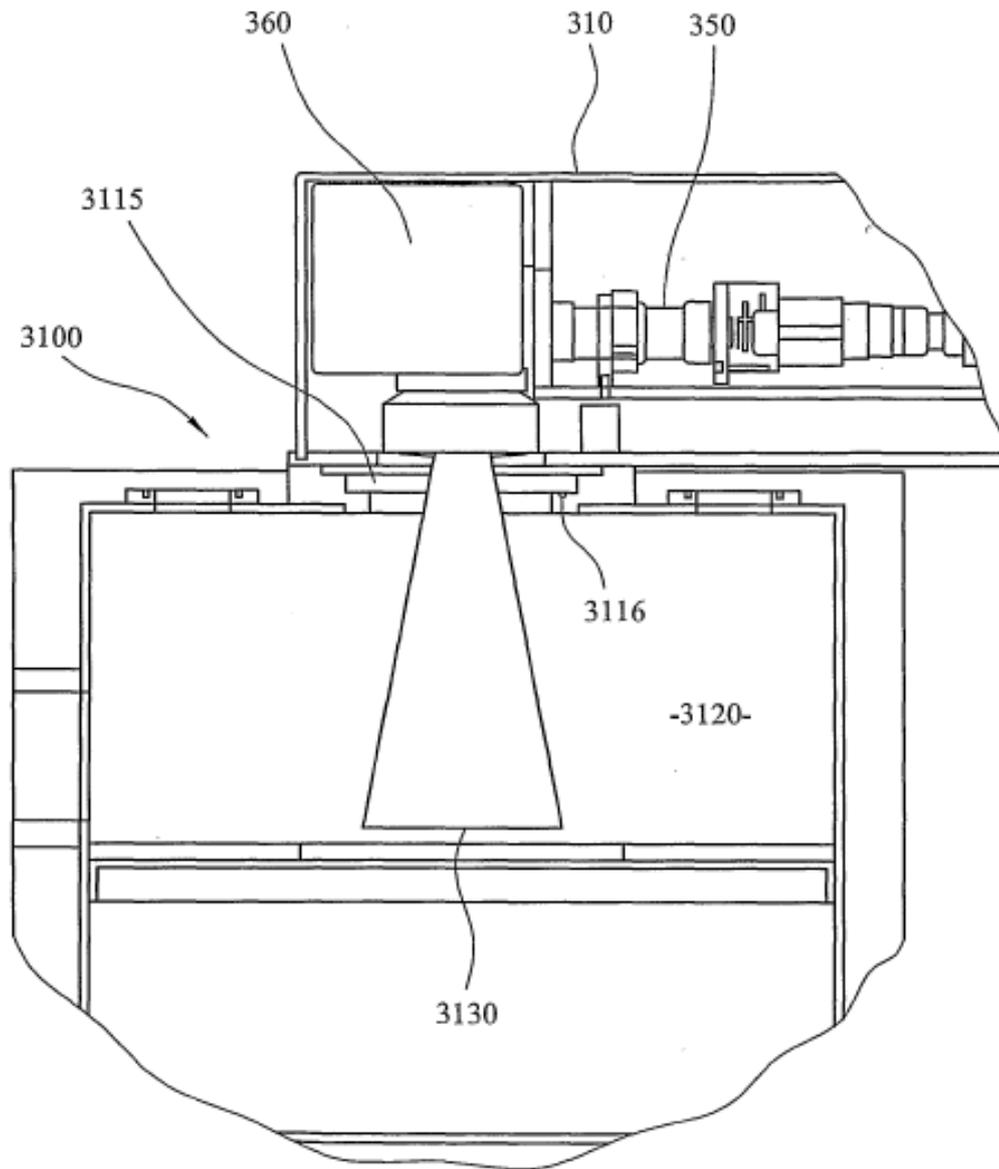


FIG. 4

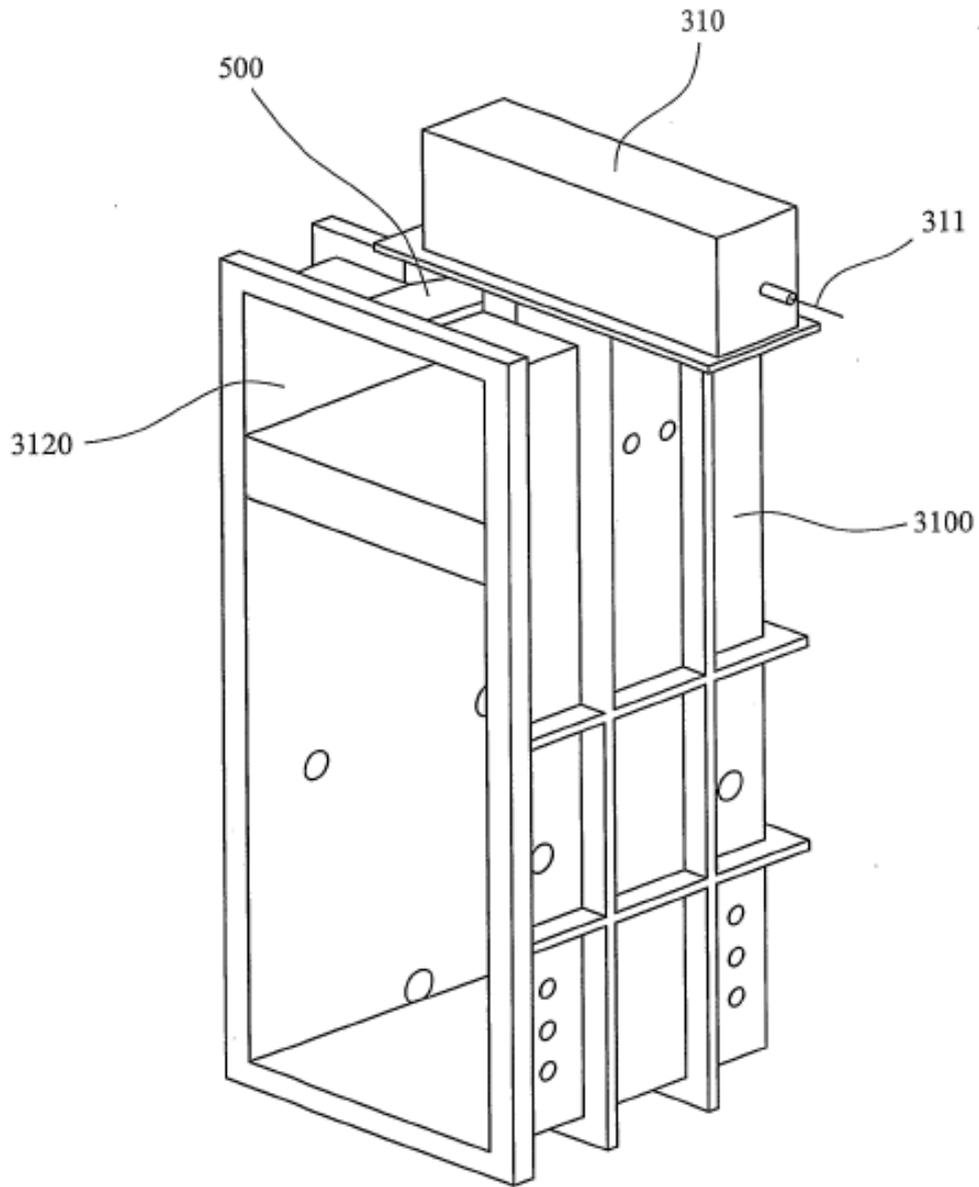


FIG. 5

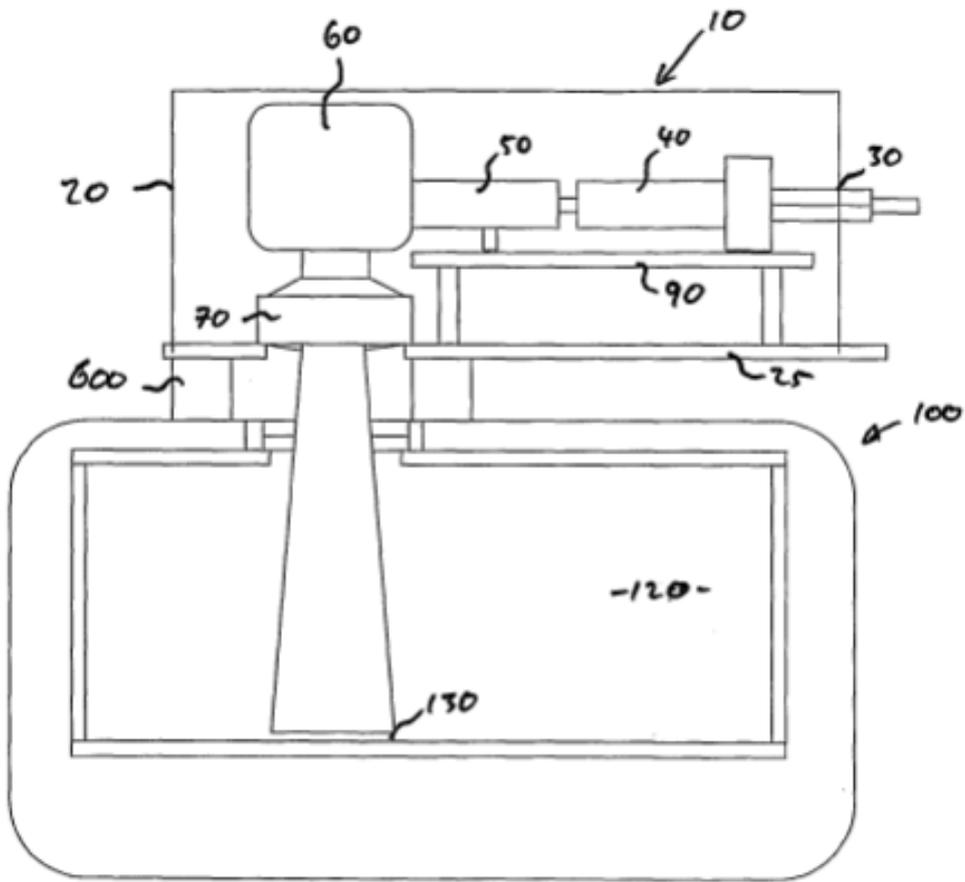


FIGURA 6