

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 976**

51 Int. Cl.:

B23K 26/361 (2014.01)

G02B 26/12 (2006.01)

B44D 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2010 PCT/US2010/061290**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2011 WO11079068**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2010 E 10840030 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 2516099**

54 Título: **Escáner láser poligonal para la eliminación de revestimientos**

30 Prioridad:

23.12.2009 US 289826 P

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

12.03.2020

73 Titular/es:

**XYREC IP B.V. (100.0%)
Beechavenue 137
1119 RB Schiphol-Rijk , NL**

72 Inventor/es:

**REAM, STANLEY L. y
WALTERS, CRAIG T.**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 747 976 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

Escáner láser poligonal para la eliminación de revestimientos

5 Antecedentes de la invención

[0001] La presente invención se refiere generalmente a sistemas y dispositivos que utilizan láseres, y más específicamente a un sistema para la eliminación de materiales tales como pintura y otros revestimientos de varias superficies, donde el sistema incluye un escáner láser que tiene múltiples sistemas ópticos cooperativos que tienen características únicas.

[0002] La aplicación de la tecnología láser para la eliminación de revestimientos se desarrolló hace varias décadas y hoy en día existen en el mercado pequeños dispositivos de mano (100-500 W) para tareas de eliminación de revestimientos en áreas pequeñas. "Revestimiento" típicamente se refiere a cualquier tipo de material de superficie no deseado que se encuentre en un sustrato, incluyendo pintura, óxido, aceite, grasa, adhesivos, sellante, cirrípedos, contaminación radioactiva, contaminación por agentes químicos y similares. La tecnología láser ofrece numerosas ventajas frente a los métodos convencionales para la eliminación de revestimientos (por ejemplo, el chorreado abrasivo, el decapado químico, etc.), incluyendo que no se usan materiales peligrosos, que no se requieren existencias de ningún material consumible, una preparación mínima del objeto que se va a procesar, una mayor precisión en la eliminación del revestimiento, velocidades de eliminación de revestimiento más altas y una limpieza posterior al proceso mínima.

[0003] Actualmente se están desarrollando opciones para la eliminación de revestimientos de grandes áreas con láser. Para satisfacer las velocidades de eliminación de revestimiento deseado para áreas grandes (tal como superficies de aviones grandes, buques, edificios, y puentes), los niveles de potencia del láser en el intervalo de 5 a 10-kW son adecuados para aplicaciones que tienen que ver con revestimientos de pintura. Las velocidades de eliminación deseadas están en el intervalo de aproximadamente 0,093 a 0,28 m²/min (1 a 3 pies cuadrados/min). El índice de eliminación típico que se puede conseguir con los láseres disponibles actualmente es aproximadamente de 0,19 m²/min (2 pies cuadrados/min) (por 0,025 mm (1 milipulgada) de grosor de revestimiento para cada 1 kW de potencia del láser suministrado a la superficie). Esta velocidad de eliminación supone que el haz láser se suministra a la superficie siguiendo un patrón apropiado y se barre a través de la superficie a velocidades que eliminan el revestimiento sin alterar el sustrato cuando está expuesto.

[0004] Para sustratos delicados o inestables, tal como aluminio de 0,508 mm (0,020 pulgadas), el sistema para barrer un haz láser sobre la superficie debería conseguir una eliminación limpia del revestimiento sin causar daño térmico, carbonización o sin alterar de otro modo el sustrato. Se ha sido conseguido cierto éxito con espejos de barrido oscilatorios basados en galvanómetros; sin embargo, estos barridos se limitan en la velocidad de barrido de superficie a típicamente menos de 10 m/s y tienen zonas muertas al final del barrido en las que el espejo se desacelera, se da la vuelta y vuelve a acelerar. Estas zonas muertas se pueden eliminar en la práctica con bloqueantes de haz que limitan el ancho de exploración y pierden potencia media en la superficie de trabajo. Otras limitaciones de los escáneres oscilatorios actualmente disponibles son la capacidad de manipulación de potencia (< 6 kW) y el peso (>27 kg (>60 libras)). Debido a las limitaciones de los sistemas conocidos, actualmente existe la necesidad de un sistema de escáner láser avanzado que cumpla los requisitos de algunas aplicaciones industriales o gubernamentales que exigen niveles de potencia del láser de hasta 10 kW. El documento US5948172 divulga un sistema de escáner láser para eliminar un revestimiento de una superficie.

Resumen de la invención

[0005] A continuación se proporciona un resumen de determinadas formas de realización ejemplares de la presente invención. Este resumen no es una visión de conjunto extensa y no pretende identificar aspectos o elementos clave o fundamentales de la presente invención o delimitar su alcance.

[0006] Conforme a un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de barrido láser para eliminar un revestimiento de una superficie. Este sistema incluye una fuente de láser para generar un haz láser; un sistema óptico de focalización apto para recibir, focalizar y redirigir el haz láser; un espejo polifacético giratorio para recibir y reflejar el haz láser focalizado, donde el espejo polifacético giratorio desplaza reiteradamente el haz láser focalizado reflejado en una dirección a lo largo de una trayectoria de arco y a través de un primer punto focal, y donde el paso del haz láser a través del primer punto focal resulta en la divergencia del haz; un espejo de re-reflexión para recibir y reflejar el haz láser divergente hacia una superficie de trabajo, donde el espejo de re-reflexión produce una imagen del primer punto focal y su trayectoria; y donde el espejo polifacético giratorio y el espejo de re-reflexión cooperan para producir una zona de cruce de haces que tiene una área en sección transversal mínima con respecto a otros puntos a lo largo de la trayectoria del haz, y donde la zona de cruce de haces se localiza entre el espejo de re-reflexión y la superficie de trabajo.

[0007] Conforme a otro aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de barrido láser para eliminar un revestimiento de una superficie. Este sistema incluye al menos una fuente de láser para generar un haz láser;

al menos un sistema óptico de focalización apto para recibir, focalizar y redirigir el haz láser; al menos un espejo polifacético giratorio para recibir y reflejar el haz láser focalizado, donde el espejo polifacético giratorio desplaza reiteradamente el haz láser focalizado reflejado en una dirección a lo largo de una trayectoria de arco y a través de un primer punto focal, y donde el paso del haz láser por el primer punto focal resulta en la divergencia del haz; al menos un espejo de re-reflexión para recibir y reflejar el haz láser divergente hacia una superficie de trabajo, donde el espejo de re-reflexión produce una imagen del primer punto focal y su trayectoria; y donde el espejo polifacético giratorio y el espejo de re-reflexión cooperan para producir una zona de cruce de haces que tiene un área en sección transversal mínima con respecto a otros puntos a lo largo de la trayectoria del haz, y donde la zona de cruce de haces se localiza entre el espejo de re-reflexión y la superficie de trabajo; y un conjunto de boquilla a través del cual pasa el haz láser re-reflejado. El conjunto de boquilla además incluye un primer componente de boquilla, cuya superficie interior se estrecha hacia adentro; un segundo componente de boquilla conectado al primer componente de boquilla, donde la superficie interior del segundo componente de boquilla se estrecha hacia afuera; y una abertura a través del cual el haz láser sale del escáner. La abertura se sitúa entre el primer y el segundo componente de boquilla y está situada en la proximidad de la zona de cruce.

[0008] En otro aspecto de esta invención, se proporciona un sistema de barrido láser para eliminar un revestimiento de una superficie. Este sistema incluye al menos una fuente de láser para generar un haz láser; al menos un sistema óptico de focalización apto para recibir, focalizar y redirigir el haz láser; al menos un espejo polifacético giratorio para recibir y reflejar el haz láser focalizado, donde el espejo polifacético giratorio desplaza reiteradamente el haz láser focalizado reflejado en una dirección a lo largo de una trayectoria de arco y a través de un primer punto focal, y donde el paso del haz láser por el primer punto focal resulta en la divergencia del haz; al menos un espejo de re-reflexión para recibir y reflejar el haz láser divergente hacia una superficie de trabajo, donde el espejo de re-reflexión produce una imagen del primer punto focal y su trayectoria; y donde el espejo polifacético giratorio y el espejo de re-reflexión cooperan para producir una zona de cruce de haces que tiene una área en sección transversal mínima con respecto a otros puntos a lo largo de la trayectoria del haz, y donde la zona de cruce de haces se localiza entre el espejo de re-reflexión y la superficie de trabajo; y un conjunto de boquilla a través del cual pasa el haz láser re-reflejado. El conjunto de boquilla además incluye un primer componente de boquilla, cuya superficie interior se estrecha hacia adentro; un segundo componente de boquilla conectado al primer componente de boquilla, donde la superficie interior del segundo componente de boquilla se estrecha hacia afuera; y una abertura a través de la cual el haz láser sale del escáner. La abertura se sitúa entre el primer y el segundo componente de boquilla y está situada en la proximidad de la zona de cruce. También se incluye un compartimento para contener al menos un sistema óptico de focalización, al menos un espejo polifacético giratorio, y al menos un espejo de re-reflexión.

[0009] Otras características y aspectos de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica al leer y entender la siguiente descripción detallada de las formas de realización ejemplares. Por consiguiente, los dibujos y descripciones asociadas se deben considerar de naturaleza ilustrativa y no restrictiva.

Breve descripción de los dibujos

[0010] Los dibujos adjuntos, que se incorporan a la especificación y forman parte de ella, ilustran esquemáticamente una o más formas de realización ejemplares de la invención y, junto con la descripción general dada anteriormente y la descripción detallada que sigue, sirven para explicar los principios de la invención, y donde:

- la FIG. 1 es una vista en perspectiva explosionada de una forma de realización ejemplar de un escáner láser conforme a la presente invención;
- la FIG. 2 es una vista en perspectiva del escáner láser de la figura 1 mostrado en un estado ensamblado;
- la FIG. 3 es una perspectiva en corte del escáner láser de la figura 2 que muestra las posiciones relativas de los componentes internos;
- la FIG. 4 es una perspectiva en corte del escáner láser de la figura 2 que ilustra los cambios en la dirección de la trayectoria del láser a través del dispositivo cuando está en uso;
- la FIG. 5 es una vista lateral en corte del escáner láser de la figura 2 que ilustra los cambios en la dirección de la trayectoria del láser a través del dispositivo cuando está en uso;
- la FIG. 6 es una vista en perspectiva del escáner láser de la figura 2 que se muestra unido a un brazo robótico y debidamente orientado con respecto a una pieza en particular;
- la FIG. 7 es un gráfico que muestra las condiciones de eliminación de pintura con láser usadas en la investigación llevada a cabo previamente para láseres de barrido continuo y pulsado; y
- la FIG. 8 es un gráfico que muestra la temperatura de superficie máxima en función de la velocidad de barrido de superficie.

Descripción detallada de la invención

[0011] A continuación se describirán formas de realización ejemplares de la presente invención en referencia a las figuras. A lo largo de toda la descripción detallada se usan números de referencia para referirse a los distintos elementos y estructuras. Aunque la siguiente descripción detallada contiene muchas características para fines ilustrativos, una persona experta en la materia apreciará que muchas variaciones y alteraciones a los detalles

siguientes están dentro del alcance de la invención. Por consiguiente, las formas de realización siguientes de la invención se establecen sin que haya pérdida de generalidad, y sin que se impongan limitaciones, sobre la invención reivindicada. La presente invención se refiere a un sistema para eliminar materiales tales como pintura y otros revestimientos de varias superficies, donde el sistema incluye un escáner láser que tiene múltiples sistemas ópticos. En referencia ahora a las figuras, se va a describir con mayor detalle una o más formas de realización específicas de esta invención.

[0012] Como se muestra mejor en las figuras 1-6, una forma de realización ejemplar del escáner láser 10 incluye un compartimento o cuerpo de metal 20 que además incluye pared posterior 22, una primera pared lateral 24 que tiene aberturas 26 formadas en ella, una segunda pared lateral 28, una parte frontal 30, una parte superior 32, un soporte angulado 34 que tiene aberturas 36 formadas en él, un conducto 38, una parte intermedia 40, un soporte izquierdo 42 que tiene aberturas 44 formadas en él, un soporte derecho 46 (no mostrado) que tiene aberturas 48 (no mostradas) formadas en él, una parte inferior 50, un soporte angulado 52, y una abertura 54. Típicamente se insertan remaches NPT 56 en las aberturas 26 y al menos una pieza NPT 58 se inserta típicamente en la pared posterior 22. El conjunto de láser 60 incluye un soporte de montaje de fibra 62, que está unido a la pared posterior 22 utilizando conectores 64 y pasadores 66. Una abrazadera de eje 68 conecta el adaptador de fibra 70 al soporte de montaje de fibra 62 después de que el conjunto de fibra 72 se haya insertado en el adaptador de fibra 70.

[0013] El primer sistema óptico incluido en el escáner láser ejemplar 10 es un espejo parabólico o una lente o espejo esférico asimétrico 80, que está dispuesto dentro del soporte angulado 52 en el cuerpo 20 y sujetado en su lugar por el soporte de espejo 82. El espejo esférico asimétrico 80 está fijado al soporte de espejo 82 por pasadores 84 y conectores 88, mientras que el soporte de espejo 82 está fijado al soporte angulado 52 por pasadores 86 y conectores 90 (véase la FIG. 1). El segundo sistema óptico incluido en el sistema de escáner láser ejemplar 10 es un espejo toroidal de re-reflexión 100, que está fijado al soporte izquierdo 42 por conectores 102 y un pasador 104 y al soporte derecho 46 (no mostrado) por conectores 106 (no mostrados) y una clavija 108 (no mostrada). El tercer sistema óptico incluido en el sistema de escáner láser ejemplar 10 es un espejo poligonal polifacético giratorio 110. El espejo poligonal 110 está fijado a un eje de espejo 112 por conectores 118, que incluyen típicamente una tuerca de nylon y arandelas 120 y 122 (véase la FIG. 1). El poste 114 en el eje de espejo 112 está adaptado para recibir el eje de transmisión de un servomotor 182, que se extiende a través de la abertura 54 y la abrazadera del eje 116 asegura el eje de transmisión dentro del poste 114. El conjunto de motor 180 y servomotor 182, en particular, se utiliza para hacer girar el espejo poligonal 110 y está conectado a la pared posterior 22 del cuerpo 20 por conectores 184.

[0014] El conjunto de boquilla 130 incluye una parte superior 132 que tiene un puerto de entrada 134 y un pasaje interno cuyo diámetro se reduce hacia el interior, un separador 136 con una abertura 138 formada en él, y una parte inferior 140 con una puerta de salida 142 y un pasaje interno cuyo diámetro se reduce hacia el exterior. La abertura 138 es esencialmente una abertura aerodinámica que permite que el gas que fluye desde el interior del dispositivo escape, reduciendo o minimizando la entrada de suciedad y otros contaminantes en el interior del escáner láser. La naturaleza fundamental del haz láser re-reflejado y escaneado poligonalmente permite que esta ventana aerodinámica sea pequeña, con lo que se mejora su resistencia a intrusiones contaminantes. En algunas formas de realización de la presente invención, se incluye un obturador 139 para cerrar selectivamente la abertura 138. Como se muestra mejor en la FIG. 1, la cubierta de protección del láser 150 está fijada al cuerpo 20 por conectores 152 y la boquilla de chorro 154 está fijada al cuerpo 20 por el conector 152. Los componentes internos del sistema 10 están protegidos por la placa de cubierta poligonal 158 y la placa de cubierta principal 160, las cuales están fijadas al cuerpo 20 por conectores 162. Las placas de cubierta 158 y 160 típicamente son metálicas y se muestran en las figuras como transparentes solo para fines ilustrativos. El regulador de flujo 172, el accesorio de tubo 174, el conector en T 176, y el adaptador de tubo 178 son los componentes de un sistema de suministro de gas que se puede usar para hacer girar espejo poligonal polifacético 110 si el conjunto de motor 180 está ausente o no se utiliza. En algunas formas de realización de la presente invención, se incluye un sistema de escape para la eliminación de desechos generados durante el funcionamiento del sistema 10. Como se muestra en la FIG. 6, la boquilla de escape 190 está instalada cerca de la parte inferior 50 y está conectada a uno o más conductos y motores de escape (no mostrados) para eliminar de manera rápida y eficaz el material particulado del sustrato 200. La boquilla de escape 190 típicamente está hecha de metal de peso ligero y puede contener características de suministro interno de aire para ayudar a la combustión completa de los evaporantes de la superficie de trabajo cuyo revestimiento (por ejemplo, pintura) se está eliminando. En la forma de realización mostrada en la FIG. 6, el escáner láser 10 se controla por un brazo robótico 210 y está unido a éste por el soporte 212. En otras formas de realización, el escáner láser 10 está configurado como un dispositivo de mano que se puede accionar manualmente.

[0015] Con respecto a la función del escáner láser de la presente invención, un haz láser de entrada obtenido a partir de una fibra de suministro de haz o a partir de un tubo de suministro de haz es focalizado por el espejo esférico 80. El punto focal de este sistema óptico de focalización puede ser de forma circular, elíptica o rectangular, como se determina por la forma (es decir, la geometría) del propio sistema óptico. Como se muestra en las figuras 4-5, el haz láser se produce por el conjunto de láser 60 y se dirige a lo largo de la trayectoria A. El haz láser focalizado se refleja luego desde el espejo esférico 80 a lo largo de la trayectoria B, donde finalmente impacta con el espejo polifacético poligonal 110. Las facetas del espejo poligonal 110 pueden ser de forma plana o cilíndrica.

También pueden estar inclinadas en ángulos múltiples con respecto al eje del polígono de rotación, de manera que la trayectoria del haz láser escaneado resultante se puede controlar en al menos dos direcciones. Como se ha indicado previamente, la rotación del espejo poligonal 110 la proporciona o bien un flujo de aire u otro gas a alta velocidad o bien un motor eléctrico 182. A medida que el espejo poligonal 110 gira, el haz láser reflejado focalizado se desplaza reiteradamente en una dirección a lo largo de una trayectoria de arco hacia espejo de re-reflexión 100. Después de reflejarse en el espejo poligonal de rotación 110, el haz láser pasa a través de un primer punto focal a lo largo de la trayectoria C (véase las figuras 4-5) y diverge hacia el espejo de re-reflexión 100, que es típicamente esférico. El espejo de re-reflexión 100 produce una imagen nueva (que puede ser una imagen aumentada) del primer punto focal y su trayectoria. Esta imagen nueva se dirige entonces a lo largo de la trayectoria D, a través del conjunto de boquilla 130 y sobre la superficie de trabajo, es decir, el sustrato, donde se escanea reiteradamente en una dirección a medida que el espejo poligonal gira. En una forma de realización ejemplar, el punto láser sobre la superficie de trabajo es sustancialmente elíptico, donde el alargamiento del punto normalmente circular es proporcionado o bien por una superficie toroidal en el espejo de re-reflexión 100 o bien por una superficie cilíndrica en el primer sistema óptico de focalización 80, o ambos.

[0016] Una característica importante del escáner de la presente invención es que los parámetros geométricos se seleccionan de tal manera que el punto del haz láser sobre la superficie de trabajo sigue una trayectoria sustancialmente plana para mantener unas dimensiones mínimas o constantes del punto en una superficie de trabajo plana (denominada "condición de campo plano"). Si la superficie tiene una curvatura significativa en la dirección de barrido rápido, los parámetros del sistema se pueden ajustar en tiempo real para adaptarse a la curvatura. En particular, se puede usar un mecanismo motorizado para hacer pequeños ajustes en la distancia entre el plano focal intermedio y el eje del polígono para crear una trayectoria de proceso curva.

[0017] Para la eliminación de pintura en grandes áreas, se requieren altos niveles de potencia media para lograr velocidades de eliminación razonables. Dado que no existen láseres de pulsos repetitivos fiables y económicos en el nivel de potencia media de 5 a 10kW, los láseres continuos son los más apropiados para esta tarea. El haz láser de barrido continuo proporciona pulsos de manera efectiva en la superficie de trabajo como se describe a continuación. En la figura 7 se proporciona un gráfico que muestra las condiciones anteriores de investigación con láser para diversos esfuerzos de eliminación de pintura. El gráfico muestra el ancho de pulso efectivo en la superficie en función de la irradiancia del haz (W/cm^2) Notablemente, si la irradiancia es demasiado pequeña (ya sea por una baja potencia o por áreas de puntos grandes), la pintura tiende a carbonizarse y a no eliminarse limpiamente. Existe una amplia gama de niveles de irradiancia operativos en los que la pintura se elimina de forma limpia. A una irradiancia muy alta, el haz es bloqueado por plasma de aire. La eliminación de pintura más exitosa se produjo a un nivel de fluencia de aproximadamente $6 J/cm^2$, ya sea un pulso efectivo de un láser de barrido continuo o de un láser pulsado. Una ventaja de una mayor potencia del láser es la posibilidad de alcanzar niveles de irradiancia de superficie más altos que los disponibles actualmente. Los niveles de irradiancia más altos pueden mejorar las velocidades de eliminación de imprimación en el caso del láser de fibra.

[0018] Es deseable que haya una irradiancia en la superficie de trabajo superior a $10^5 W/cm^2$ para lograr una ablación limpia. Al mismo tiempo, el barrido del pulso a través de la superficie debe ser lo suficientemente rápido como para evitar la alteración del sustrato cuando el sustrato está expuesto. Esto se ilustra mediante la estimación térmica que se muestra en la FIG. 8 para un láser de CO_2 . El gráfico muestra una estimación de la temperatura máxima de la superficie frontal alcanzada localmente en la superficie de una superficie de aluminio recubierta con conversión de cromatos (CCC) con un haz de 1 mm de ancho barrido a varias velocidades de barrido de superficie perpendicular a la dimensión larga del punto a $153 kW/cm^2$. Las velocidades de escaneo inferiores a 10 m/s conducen a temperaturas máximas de la superficie frontal cercanas a las que causarían la alteración del sustrato.

[0019] El movimiento de todo el cabezal del escáner en perpendicular a la dirección de barrido rápido (por medios robóticos, por ejemplo) proporciona una cobertura de área y controla el calentamiento global del sustrato, los barridos lentos del cabezal del escáner eliminan más pintura por pasada, pero se arriesgan a un mayor calentamiento del sustrato cuando el sustrato está expuesto. Los barridos de alta velocidad del cabezal del escáner limitan el calentamiento global del sustrato, pero pueden requerir más pasadas del cabezal del escáner sobre la superficie de trabajo. Se puede emplear una variedad de estrategias para lograr altas velocidades de eliminación, que pueden incluir una combinación de variaciones de la velocidad de barrido del programa del robot y sensores para apagar la potencia del láser cuando se detecta el sustrato.

[0020] En una forma de realización, el escáner poligonal de la presente invención incluye una capacidad de manipulación de potencia de hasta 10 kW; una longitud de onda láser de 1070 nm (láser de fibra, también compatible con láser de CO_2); una velocidad de barrido de superficie de hasta 50 m/s; dimensiones de punto de haz en la superficie de trabajo de 1,4 mm por 4 mm con forma de elipsis; una irradiancia de superficie de 114 a $228 kW/cm^2$ para niveles de potencia de 5 a 10 kW; un ancho de barrido de 140 mm; una interfaz láser que tiene un conector QBH estándar; y un peso de < 18 kg (< 40 libras).

[0021] Para un rendimiento óptimo de la eliminación de revestimientos por láser para aplicaciones determinadas, puede ser necesario detectar en tiempo real el progreso de la eliminación del revestimiento incluyendo la detección del revelado del revestimiento de imprimación y la revelación del propio sustrato sin recubrir. Las tecnologías de

dispositivos láser que se emplean en la eliminación de revestimientos pueden cambiar la potencia del haz a escalas de tiempo de 50 μ s, que, para el escáner de la presente invención, es aproximadamente el tiempo requerido para que el punto del haz sobre la superficie se desplace una anchura de haz. El hecho de disponer de una tecnología de detección adecuada incorporada en el cabezal de escaneo permite el ajuste de la potencia del láser en tiempo real cuando el sustrato está expuesto. Múltiples enfoques de detección que incluyen vistas de la superficie en el eje y fuera del eje son compatibles con la presente invención. El escáner de esta invención aborda la visualización a través del efluente y el filtrado del resplandor de la pluma de manera apropiada.

[0022] Con respecto a la eliminación del efluente, el efluente se retira de la trayectoria del haz para evitar la atenuación del haz láser y dirigir el efluente de manera eficiente a un sistema de recolección por aspiración. En el pasado, las cuchillas de aire en combinación con grandes conductos de aspiración han funcionado bastante bien. La incorporación de boquillas y conductos apropiados son aspectos del sistema de la presente invención. Otra consideración importante son las condiciones necesarias para minimizar la presencia de material orgánico en el efluente que pueda arder en partes posteriores del proceso. Los parámetros de flujo de este escáner varían para lograr una alta eficiencia de captura de efluentes y bajos niveles de materia orgánica a la vez que se mantiene una eliminación eficiente del revestimiento.

[0023] Un primer aspecto importante de la presente invención es la inclusión de todos los sistemas ópticos reflectantes. En los sistemas de la técnica anterior, los espejos metálicos de alta conductividad térmica se usan típicamente para transportar, dar forma y barrer el haz láser. Los sistemas ópticos de transmisión se dañan más fácilmente por la alta irradiación del haz láser y generalmente están hechos de material de baja conductividad térmica. El material de transmisión tiene baja absorbanza, pero es capaz de calentar, expandir y distorsionar el haz láser porque la conductividad térmica es relativamente baja. Los reflectores de metal son más tolerantes al daño y menos costosos de fabricar. Los metales nobles (plata y oro) y el cobre y el aluminio son reflectores aceptables, siendo preferibles el cobre y el aluminio. Si se utilizan revestimientos reflectantes, se fabrican de modo que resistan una alta irradiación láser. El uso de reflectores metálicos permite usar el mismo escáner para láseres que tienen diferentes longitudes de onda, lo que generalmente no es posible con sistemas de transmisión óptica.

[0024] Un segundo aspecto importante de la presente invención es la abertura de salida aerodinámica del haz 138. El diseño de la trayectoria del haz láser incluye un punto de cruce o zona de cruce dentro o cerca de la abertura 138 (véase la figura 4) donde el haz de exploración está confinado a una pequeña área transversal independiente del ángulo de rotación del polígono. La zona de cruce se encuentra entre el espejo de re-reflexión 100 y la superficie de trabajo del sustrato 200. Al ubicar la abertura 138 en la zona de cruce, se puede implementar una abertura aerodinámica en esa ubicación para excluir el polvo y los desechos del recinto del escáner sin una ventana de transmisión. La mayoría de los escáneres láser de alta potencia conocidos incluyen ventanas de transmisión grandes y costosas para proteger los sistemas ópticos presentes en el interior de la carcasa del escáner del polvo y los desechos. Estas ventanas a menudo se dañan por el calentamiento por láser de polvo o desechos depositados. La abertura aerodinámica 138 de esta invención es simplemente un puerto abierto del que fluye gas (aire, nitrógeno o gas inerte) hacia el exterior de la carcasa para desviar el polvo y los desechos en partículas. Un cierre u obturador 139 para la abertura 138 puede usarse para excluir el polvo y los desechos de los sistemas ópticos presentes en la carcasa del escáner (es decir, el cuerpo 20) cuando el láser no está en funcionamiento. Se puede incluir un cuadro de conmutadores eléctrico en el obturador 139 para evitar que el láser funcione cuando el obturador 139 está en la posición cerrada.

[0025] Un tercer aspecto importante proporcionado por algunas formas de realización de la presente invención es la inclusión de un espejo poligonal accionado por gas 110. La mayoría de los escáneres de la técnica anterior emplean motores o galvanómetros que requieren energía eléctrica y añaden complejidad mecánica al sistema. El escáner poligonal de esta invención puede configurarse para incluir un chorro de gas simple (aire, nitrógeno o gas inerte) dirigido a los rasgos cóncavos del espejo poligonal 110 para impartir un movimiento de rotación del espejo. Se puede usar un sensor de proximidad simple (o similar) para detectar la velocidad de rotación y para controlar el flujo o se puede usar una válvula de presión en el tren de gas para mantener una velocidad sustancialmente constante. El chorro de gas que impulsa el espejo poligonal también sirve para enfriar el polígono y los demás sistemas ópticos.

[0026] Un cuarto aspecto importante de la presente invención son las facetas inclinadas incluidas en el espejo poligonal 110. Para minimizar la temperatura máxima de la superficie del sustrato que ocurre cuando el sustrato 200 se expone al haz barrido, es útil que cada ubicación de escaneo del haz en la superficie de trabajo se desvíe del barrido previo del haz en una dirección perpendicular a la dirección de barrido. Esto se logra inclinando cada faceta en un ligero ángulo lateral al plano de la rueda. De esta manera, el calor depositado tendrá más tiempo para llegar térmicamente al sustrato antes de otra exposición del escáner en la superficie de trabajo. Cada rotación de la rueda puede exponer N tiras diferentes en la superficie, donde N es el número de facetas de la rueda poligonal. La separación de las tiras depende de la diferencia del ángulo de inclinación de una faceta a otra.

[0027] Un quinto aspecto importante de la presente invención es el espejo esférico asimétrico 80 que dirige y focaliza el haz. Este espejo combina dos funciones en un elemento óptico. Primero, el espejo recoge todos los rayos del haz que provienen del láser y los focaliza en un pequeño punto en un plano focal intermedio y, en segundo

5 lugar, realiza un giro en ángulo recto del haz del láser. Esto último es importante en dos aspectos: (i) para el procesamiento robótico de aeronaves con poca distancia al suelo, permite que el escáner encaje en áreas pequeñas; y (ii) para el procesamiento manual de superficies, permite una fácil gestión de los cables. Los requisitos de los espejos son únicos y la solución es una superficie especial torneada con punta de diamante que se ha optimizado para cumplir con estos requisitos, manteniendo la calidad óptica del haz.

10 [0028] Un sexto aspecto importante de la presente invención es el espejo de re-reflexión 100. El espejo de re-reflexión 100 recibe el haz reflejado desde el espejo poligonal 110 y re-refleja el punto formado en el plano focal intermedio en el sustrato 200. Al mismo tiempo, una corrección toroidal al espejo aproximadamente esférico estira el punto circular original en el plano focal intermedio hasta formar una elipse en la superficie de trabajo. El punto elíptico en la superficie de trabajo permite el control del proceso de eliminación de pintura al tiempo que limita las temperaturas máximas de la superficie en sustratos sin recubrir cuando quedan expuestos.

15 [0029] Un séptimo aspecto importante de la presente invención es la característica de curvatura de campo ajustable en tiempo real. Este escáner mantiene el foco del haz en la superficie de trabajo a lo largo del barrido. El barrido de superficies curvas incluye un ajuste en tiempo real de la distancia entre el polígono y el espejo de re-reflexión para mantener el foco en una superficie curva.

20 [0030] Un octavo aspecto importante proporcionado por algunas formas de realización de la presente invención es la inclusión de una junta giratoria (no mostrada en las figuras), que hace girar el haz en ángulo recto a la dirección de entrada del haz. Esto se hace mientras se mantiene la simetría acimutal en el haz láser a medida que se acerca al espejo poligonal 110. Esto permite que se coloque una junta giratoria en la carcasa para que la dirección de barrido se pueda cambiar fácilmente girando el eje del espejo poligonal giratorio 110 sin alterar el tren óptico de entrada del haz láser (fibra óptica o brazo articulado).

25 [0031] Si bien la presente invención se ha ilustrado mediante la descripción de formas de realización ejemplares de la misma, y aunque las formas de realización se han descrito con cierto detalle, la solicitante no tiene la intención de restringir o limitar de ninguna manera el alcance de las reivindicaciones adjuntas con tanto detalle. Para los expertos en la materia serán evidentes posibles ventajas y modificaciones adicionales. Por lo tanto, la invención en sus aspectos más amplios no se limita a ninguno de los detalles, dispositivos y métodos representativos específicos, y/o ejemplos ilustrativos mostrados y descritos.

30

REIVINDICACIONES

1. Sistema de escáner láser (10) para eliminar un revestimiento de una superficie (200), que comprende:

- 5 (a) al menos una fuente de láser, donde dicha al menos una fuente de láser es operativa para generar al menos un haz láser;
- (b) al menos un sistema óptico de focalización (80), donde dicho al menos un sistema óptico de focalización (80) es operativo para recibir, focalizar y redirigir al menos un haz láser;
- 10 (c) al menos un espejo polifacético giratorio (110) para recibir y reflejar el haz láser focalizado, donde el espejo polifacético giratorio (110) es operativo para desplazar reiteradamente el haz láser focalizado reflejado en una dirección a lo largo de una trayectoria de arco y a través de un primer punto focal, y donde el paso del haz láser a través del primer punto focal resulta en la divergencia del haz láser;
- (d) al menos un espejo de re-reflexión (100) para recibir y reflejar el haz láser divergente hacia una superficie de trabajo (200), donde el espejo de re-reflexión (100) es operativo para producir una imagen del primer punto focal y su trayectoria; y **caracterizado por el hecho de que**
- 15 (e) dicho al menos un espejo polifacético giratorio (110) y dicho al menos un espejo de re-reflexión (100) cooperan para producir una zona de cruce de haces que tiene un área de corte transversal mínima con respecto a otros puntos a lo largo de la trayectoria del haz, y donde el sistema está configurado de modo que, durante el uso, la zona de cruce de haces se localiza entre el espejo de re-reflexión (100) y la superficie de trabajo (200).

2. Sistema de escáner láser (10) según la reivindicación 1, que comprende además un conjunto de boquilla (130) a través del cual pasa el haz láser re-reflejado, donde el conjunto de boquilla (130) incluye además:

- 25 (a) un primer componente de boquilla (132), donde la superficie interior del primer componente de boquilla (132) se estrecha hacia adentro;
- (b) un segundo componente de boquilla (140) conectado al primer componente de boquilla (132), donde la superficie interior del segundo componente de boquilla (140) se estrecha hacia afuera; y
- 30 (c) una abertura (138) a través de la cual el haz láser sale del escáner, donde la abertura (138) está situada entre el primer y el segundo componentes de boquilla (132,140) y está situada en la proximidad de la zona de cruce.

3. Sistema de escáner láser (10) según la reivindicación 1, que comprende además una carcasa (20) para contener al menos un sistema óptico de focalización (80), al menos un espejo giratorio polifacético (110), y al menos un espejo de re-reflexión (100).

4. Sistema de escáner láser (10) según la reivindicación 1, 2 o 3, que comprende además un motor (182) conectado al espejo polifacético (110), donde el motor (182) es operativo para hacer girar el espejo (110).

5. Sistema de escáner láser (10) según la reivindicación 1, 2 o 3, que comprende además una fuente de gas presurizado en comunicación con el espejo polifacético (110), donde la fuente de gas presurizado es operativa para hacer girar el espejo (110).

6. Sistema de escáner láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un conjunto de aspiración para retirar desechos de una superficie (200) de la que se elimina un revestimiento.

7. Sistema de escáner láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además medios robóticos (210) para controlar el posicionamiento y el funcionamiento del sistema de escáner láser (10).

8. Sistema de escáner láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde al menos un sistema óptico de focalización (80) adicional incluye un espejo esférico asimétrico.

9. Sistema de escáner láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde al menos un sistema óptico de focalización (80) adicional incluye un espejo parabólico.

10. Sistema de escáner láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el al menos un espejo polifacético giratorio (110) es poligonal.

11. Sistema de escáner láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el al menos un espejo de re-reflexión (100) incluye además un espejo toroidal.

12. Sistema de escáner láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el al menos un sistema óptico de focalización (80), el al menos un espejo polifacético giratorio (110) y el al menos un espejo de re-reflexión (100) incluyen todos metal de alta conductividad térmica.

65

13. Sistema de escáner láser (10) según la reivindicación 2 o 3, donde la abertura (138) adicional incluye un obturador cerrable (139).

5 14. Sistema de escáner láser (10) según la reivindicación 3, que comprende además un flujo de gas al exterior a través de la abertura (138) para evitar que entren contaminantes en la carcasa.

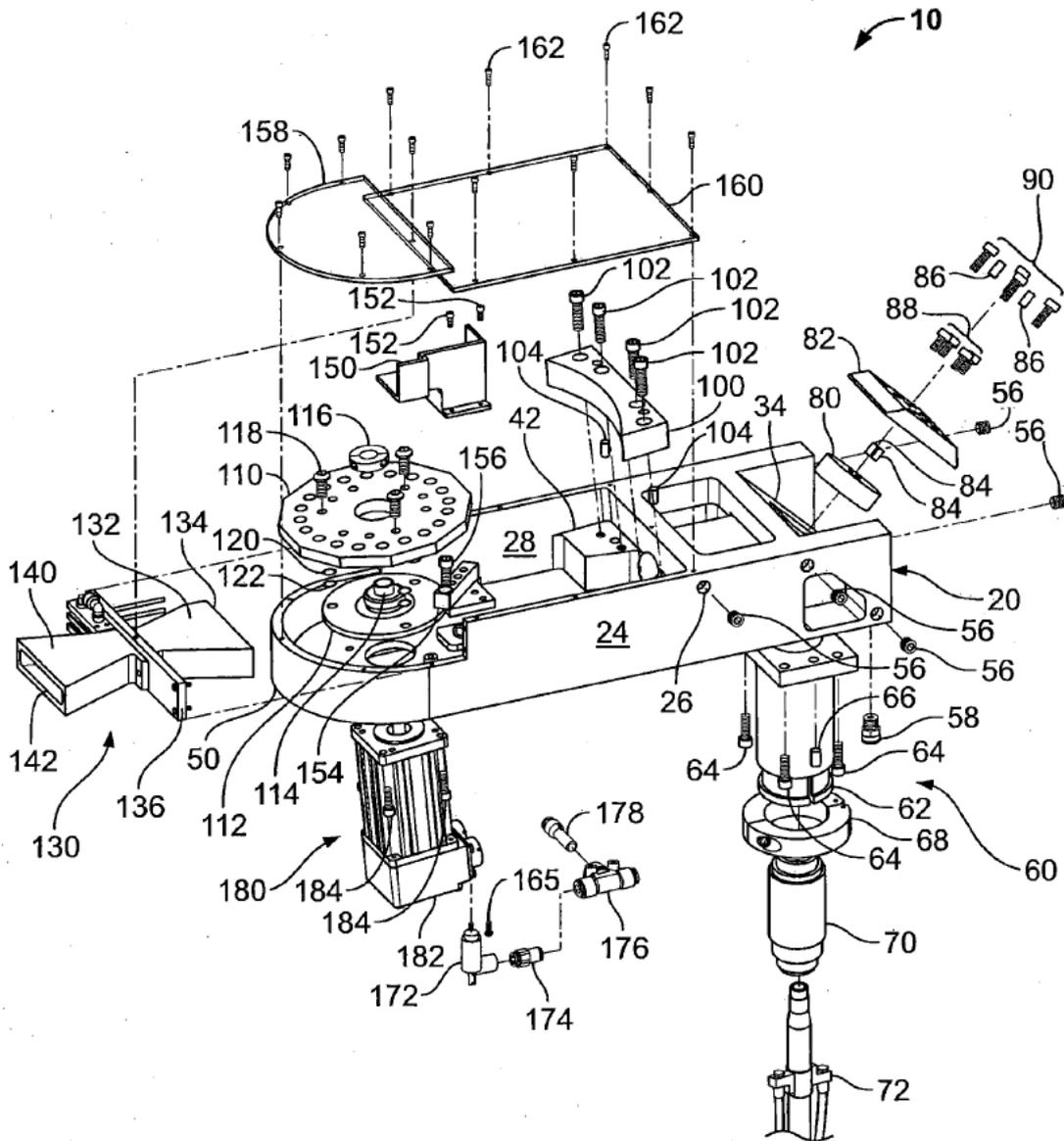


FIG. 1

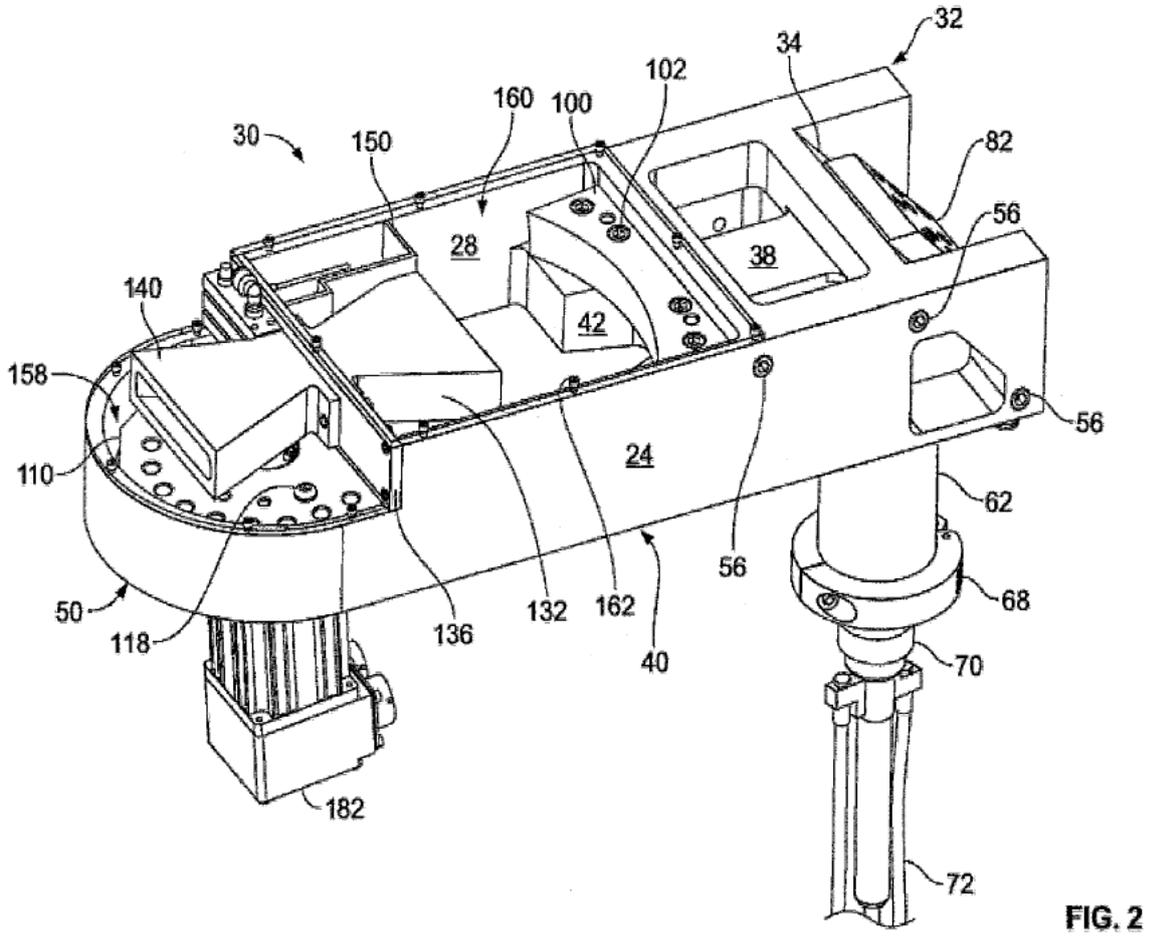
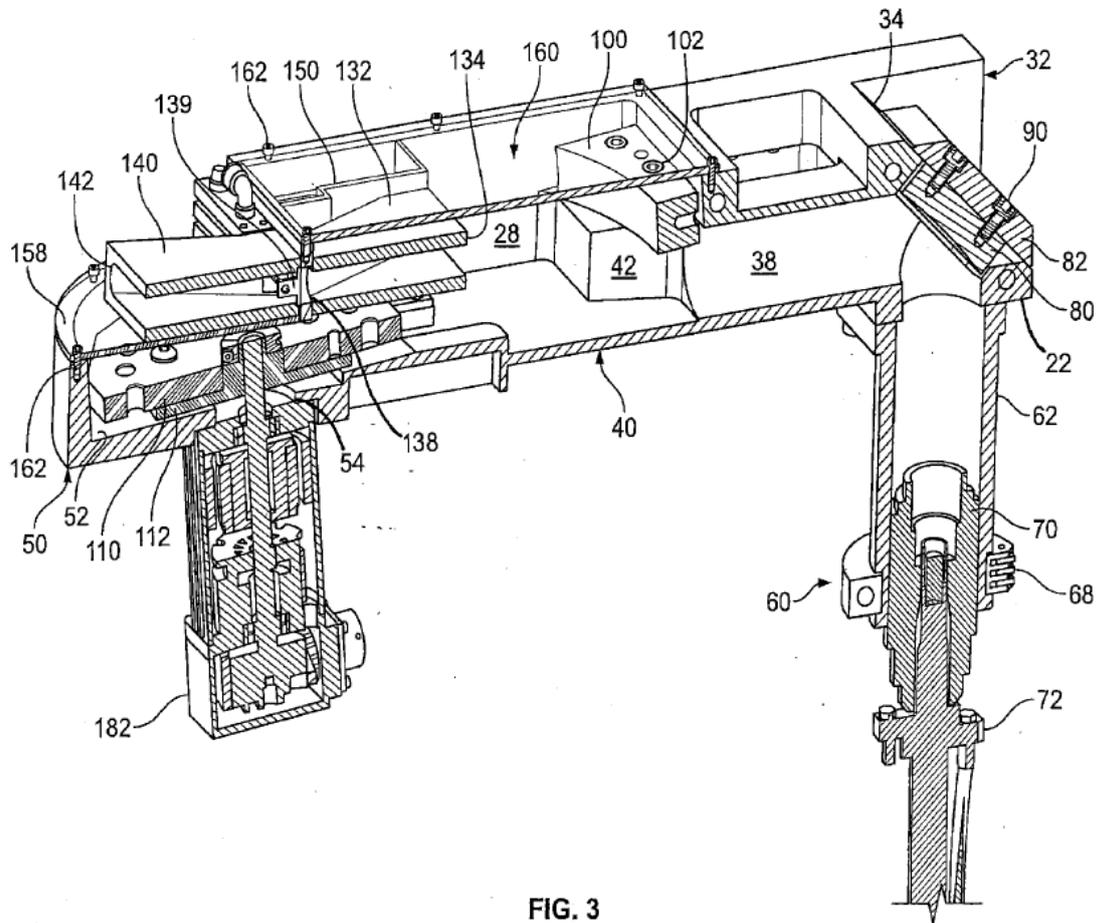


FIG. 2



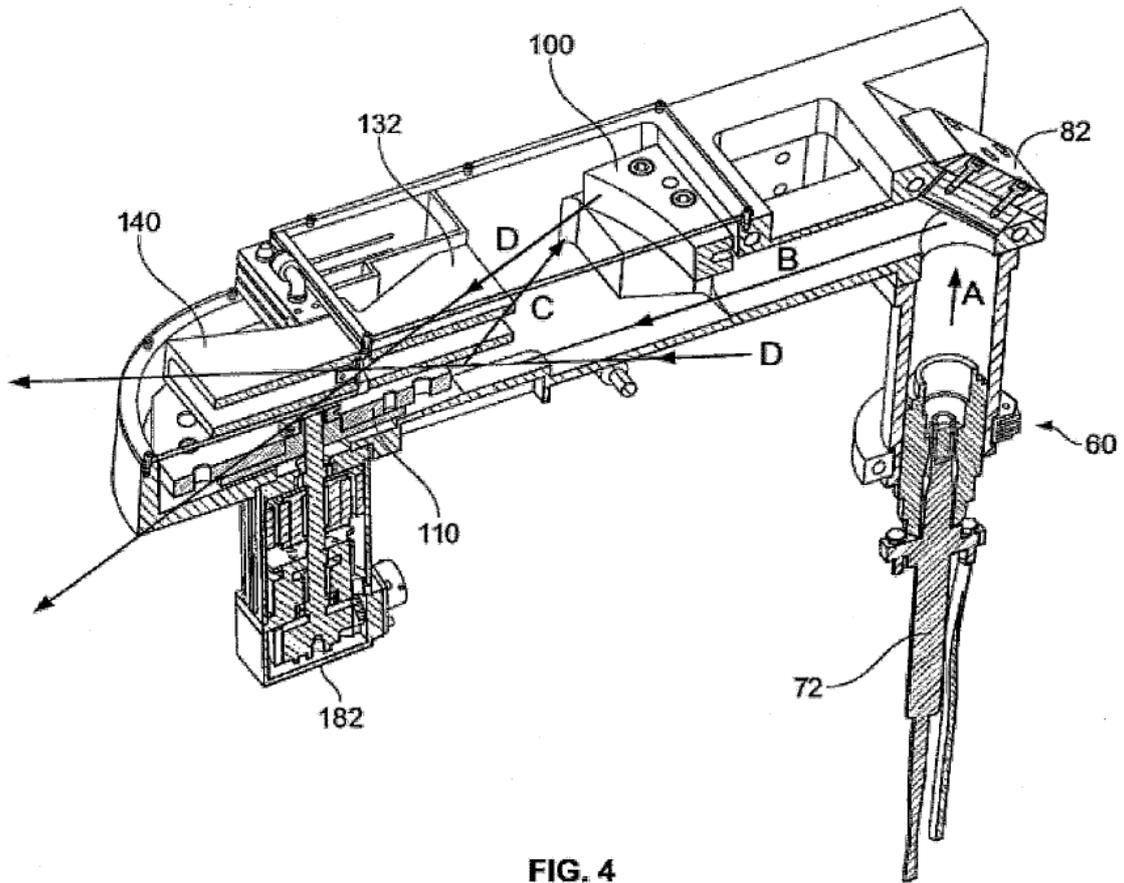


FIG. 4

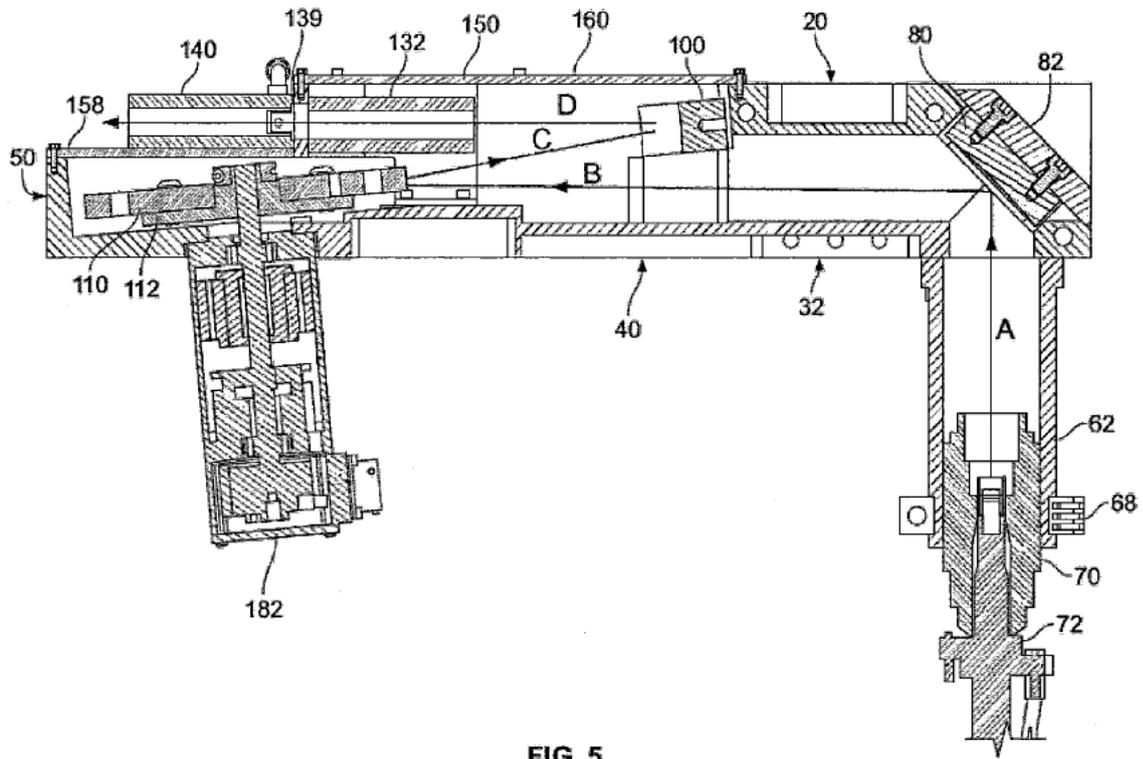


FIG. 5

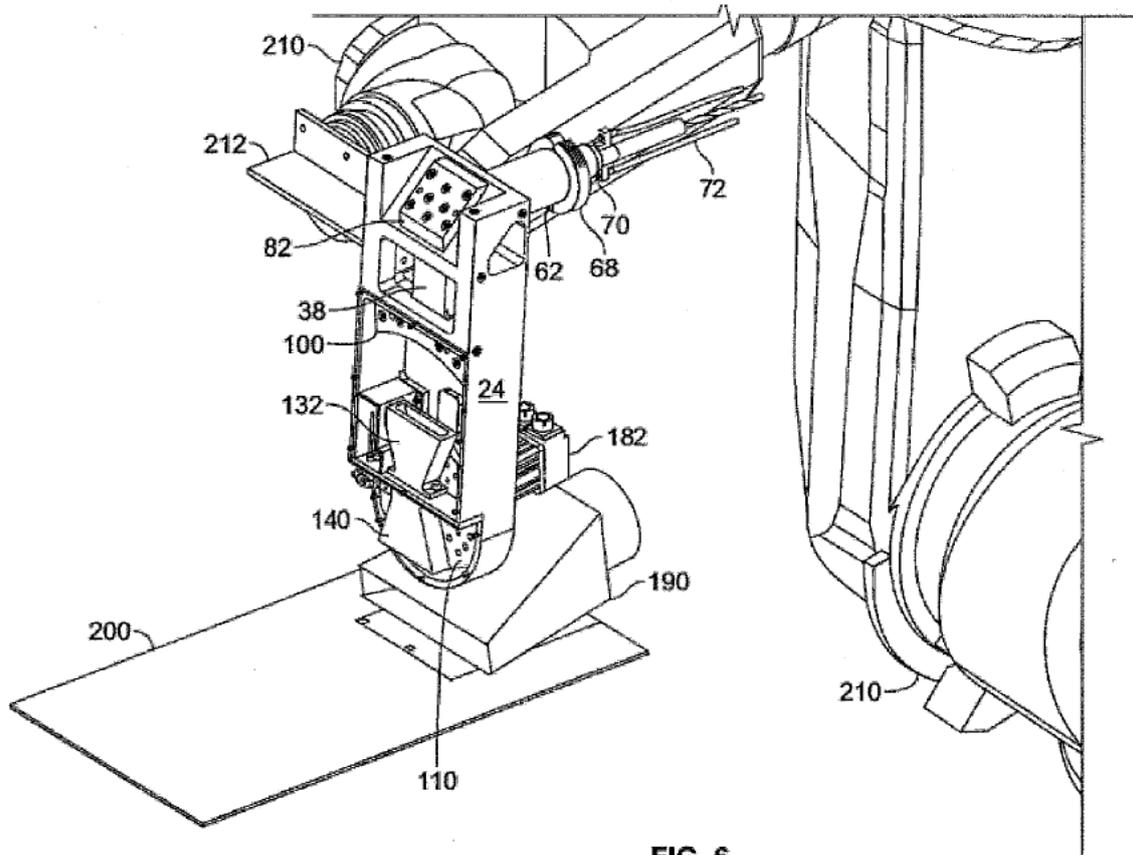


FIG. 6

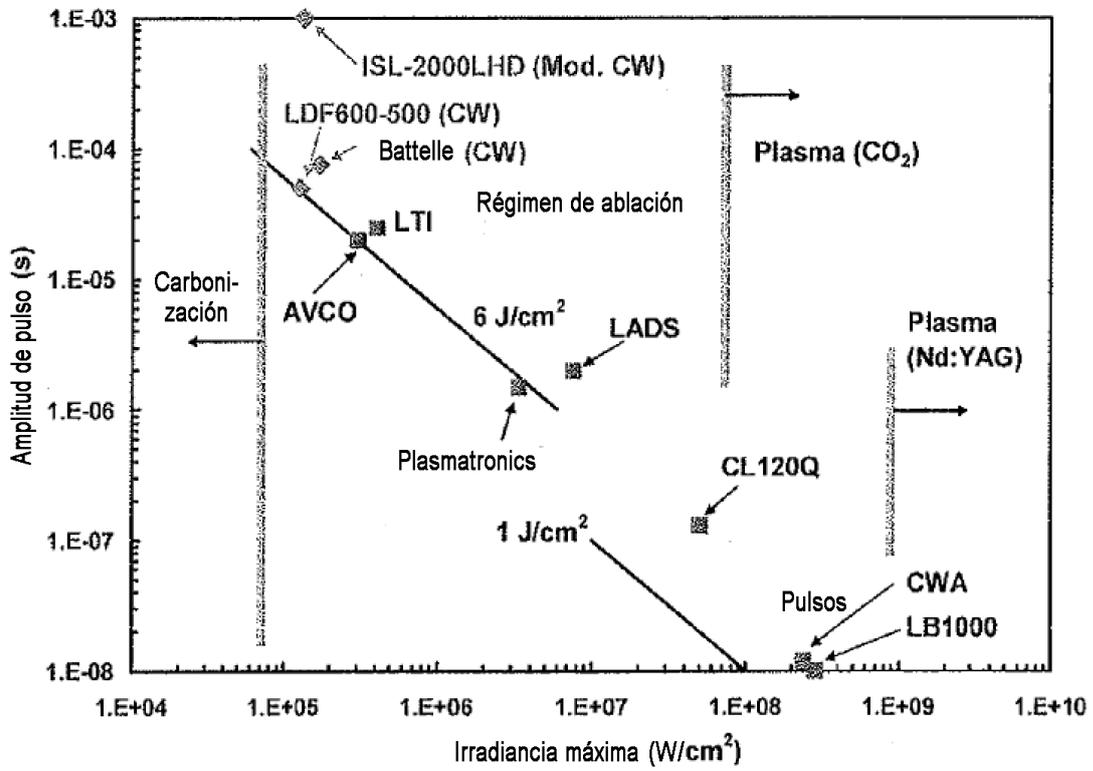


FIG. 7

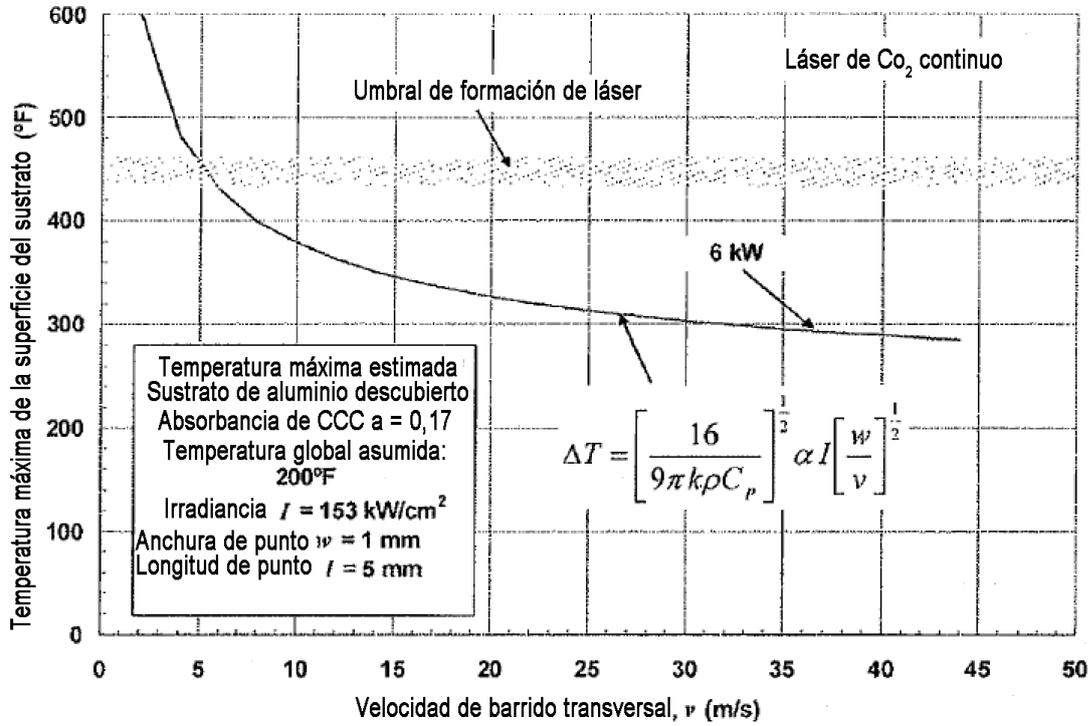


FIG. 8