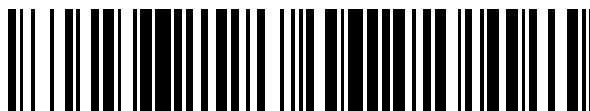


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 435**

51 Int. Cl.:

C21D 9/00 (2006.01)

C21D 1/09 (2006.01)

C21D 1/26 (2006.01)

C21D 1/34 (2006.01)

C21D 8/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.09.2015 PCT/EP2015/071783**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016 WO16046231**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2015 E 15766545 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3198043**

54 Título: **Procedimiento para tratamiento térmico con rayos láser de componentes endurecidos por presión**

30 Prioridad:

22.09.2014 EP 14382354

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

27.07.2020

73 Titular/es:

**AUTOTECH ENGINEERING S.L. (100.0%)
AIC-Automotive Intelligence Center, Parque
Empresarial Boroa P2-A4
48340 Amorebieta-Etxano (Vizcaya/Bizkaia), ES**

72 Inventor/es:

GARCIA, MICHEL

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 775 435 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

Procedimiento para tratamiento térmico con rayos láser de componentes endurecidos por presión

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente europea EP14382354.0 presentada el 22 de septiembre de 2014.

La presente divulgación se refiere a procedimientos para fabricar componentes estampados en caliente y a componentes obtenidos a través de estos procedimientos.

10

ANTECEDENTES

En el campo de la construcción de vehículos, es cada vez más importante el desarrollo y la implementación de materiales ligeros para satisfacer los criterios de construcción ligera. La creciente preocupación por la seguridad de los ocupantes también da lugar a la adopción de materiales que mejoran la integridad del vehículo durante un accidente, mientras se mejora también la absorción de energía.

15

Un procedimiento conocido como templado en troquel de formación en caliente ("Hot Forming Die Quenching") (HFDQ) (también conocido como estampado en caliente o endurecimiento en prensa) usa láminas de acero al boro para crear componentes estampados con propiedades de acero de ultra alta resistencia (UHSS), con resistencias a la tracción de hasta 1.500 MPa o más. El aumento de la resistencia en comparación con otro material permite usar un material de calibre más delgado, lo que da como resultado un ahorro de peso con respecto los componentes de acero dulce estampados en frío convencionales.

20

25 Los componentes típicos del vehículo que se pueden fabricar usando el procedimiento HFDQ incluyen: vigas de puertas, vigas de parachoques, miembros transversales/laterales, refuerzos de pilares A/B y refuerzos de travesaños.

Para mejorar la ductilidad y la absorción de energía en áreas clave se conoce introducir zonas más blandas dentro del mismo componente. Esto mejora la ductilidad localmente, mientras se mantiene la alta resistencia requerida global. Al adaptar localmente la microestructura y las propiedades mecánicas de determinados componentes estructurales de modo que comprendan regiones con una resistencia muy alta (muy duras) y regiones con ductilidad aumentada (más blandas), puede ser posible mejorar su absorción de energía global y mantener su integridad estructural durante una situación de choque y también se reduce su peso global. Dichas zonas blandas también pueden cambiar ventajosamente el comportamiento cinemático en caso de pandeo de un componente bajo un impacto.

30

35

Las zonas blandas se pueden fabricar teniendo en cuenta la cinemática del impacto y la forma del componente. Debido a este hecho, las formas de las zonas blandas son cada vez más complejas.

40

Una solución conocida puede ser el documento WO2012156084, que divulga la formación de áreas blandas definidas localmente del componente de lámina mediante el temple local de subáreas predeterminadas del componente de lámina mediante un procedimiento de rayo láser, de acuerdo con el cual las subáreas predeterminadas son expuestas a un rayo láser.

45

Un inconveniente de esta solución puede ser que, en algunas formas complejas particulares, por ejemplo, una esquina o un escalón, puede ser difícil aplicar un rayo láser sin tiempos de inactividad relacionados con la necesidad de cambiar partes del láser. Además, pueden requerirse varias exposiciones consecutivas del componente al rayo láser, por lo que puede aumentar el tiempo para definir el área blanda.

50

El documento EP2561946 está relacionado con un procedimiento para la fabricación de una parte de un componente estructural de un vehículo, destinada a estar conectado por soldadura por puntos a una segunda parte, a partir de una placa de acero recubierta y de un espesor de 1-3 mm, que comprende someter la placa a un estampado en caliente, posteriormente someter al menos una zona localizada y previamente seleccionada de la primera parte a un tratamiento térmico, irradiándola con un rayo láser de diodo de una potencia comprendida entre 500 W y 6 kW hasta alcanzar una temperatura comprendida entre 400 -900 °C, dejándolo enfriar después para cambiar su microestructura, proporcionando a dicha zona un contenido de martensita intencionalmente más bajo y, en consecuencia, una menor resistencia y un mayor alargamiento en comparación con los de sus zonas adyacentes que no han sido tratadas térmicamente.

55

60

Baumann Markus *et al.*, "Local Heat Treatment of high strength steel with zoom-optics and 10kW-diode laser", vol. 8239, n.º 1, 2012, páginas 1 - 9 describe una fuente láser de 10 kW acoplada a fibra basada en tecnología láser de diodo y un sistema óptico de zoom homogeneizador que crea puntos rectangulares de dimensiones variables con densidad de potencia homogénea.

65

Es un objeto de la presente divulgación proporcionar procedimientos mejorados de fabricación de componentes

estampados en caliente.

SUMARIO

5 En la invención como se define en la reivindicación 1, se proporciona un procedimiento para fabricar componentes
estampados en caliente. El procedimiento comprende las etapas de: proporcionar un componente estampado en
caliente mediante templado en troquel de formación en caliente. El procedimiento incluye además seleccionar una
primera y una segunda porción del componente estampado en caliente para las que se va a cambiar una
10 microestructura, en el que la primera porción tiene una anchura diferente que la segunda porción. Se proporciona un
sistema láser, en el que el sistema láser comprende uno o más elementos ópticos y una fuente láser para generar un
rayo láser. A continuación, el sistema láser puede moverse a lo largo de una longitud del componente, mientras se
aplica un rayo láser en una sola pasada sobre las porciones primera y segunda seleccionadas para cambiar su
microestructura del componente estampado en caliente usando el sistema láser. El tamaño del punto del rayo láser
15 se ajusta durante la aplicación del rayo láser y se adapta a las anchuras de las porciones primera y segunda, y en el
que la potencia del rayo láser se regula en función de la temperatura medida en las porciones determinadas del
componente estampado en caliente. La primera porción es una zona blanda para absorber energía en un choque, y
la segunda porción es una porción usada en una operación posterior.

20 Se ha descubierto que un punto de rayo láser ajustable durante la aplicación del rayo láser puede ser una ventaja. A
este respecto, se pueden proporcionar diversos tamaños de puntos y proporciones de rayo láser y, por lo tanto, se
puede lograr la formación de geometrías muy específicas y precisas que tengan una amplia variedad de formas. En
consecuencia, se puede evitar la necesidad de cambios de los cabezales de procesamiento y la realineación
asociada que requieren mucho tiempo, por lo que se puede reducir el tiempo de fabricación, así como la necesidad
de varias exposiciones al rayo láser. Además, en zonas blandas con formas complejas se puede aplicar el mismo
25 láser, por lo que se puede mejorar la estandarización del proceso de fabricación. Además, la zona de transición
situada entre regiones con una resistencia muy alta (muy duras) y regiones con ductilidad aumentada (más blandas)
puede reducirse debido al hecho de que puede ser necesaria una sola exposición al punto de rayo láser ajustable.
De esta manera, se puede mejorar la precisión para determinar las zonas blandas. Cuando se trata de procesos
HFDQ y materiales de ultra alta resistencia, las operaciones posteriores pueden requerir cambiar la microestructura
30 local. Se necesita una mayor ductilidad para poder doblar bridas, unir piezas mediante remachado, etc.

Además, la potencia del rayo láser se puede regular en función de la temperatura, por lo que se puede obtener un
tratamiento térmico constante.

35 La tecnología láser como se describe en el presente documento permite que este tipo de operaciones posteriores se
combinen con la formación de una zona blanda. Los troqueles usados en un proceso de estampado en caliente
pueden, por lo tanto, simplificarse, ya que no es necesario proporcionar zonas de temperatura separadas.

40 Preferentemente, la primera y la segunda (y otras posibles) porciones para las que se va a cambiar la
microestructura se calientan con el láser en una sola pasada a lo largo de la longitud del componente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45 A continuación se describirán ejemplos no limitantes de la presente divulgación, con referencia a los dibujos
adjuntos, en los que:

Las figuras 1a-1b muestran ejemplos de un componente con zonas blandas fabricado por cualquier
procedimiento sustancialmente como se ha descrito anteriormente en el presente documento;

50 Las figuras 2a y 2b muestran, cada una, un ejemplo de un sistema láser; y

Las figuras 3a y 3b muestran ejemplos de diferentes formas específicas del punto del rayo láser.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE EJEMPLOS

55 Las figuras 1a-1d muestran ejemplos de un componente con zonas blandas fabricado por un procedimiento
sustancialmente como se ha descrito anteriormente en el presente documento. En el ejemplo de la figura 1a, se
ilustra esquemáticamente un pilar B 21. Del mismo modo, en el ejemplo de la figura 1b, se ilustra esquemáticamente
un pilar B 26. Ambos componentes 21 y 26 pueden formarse, por ejemplo, mediante un proceso HFDQ. En algunos
60 ejemplos, los componentes 21 y 26 pueden ser de acero.

En la figura 1a, la zona blanda 24 puede seleccionarse para cambiar la microestructura, por ejemplo, aumentando la
ductilidad. La selección de la zonas blanda se puede basar en pruebas de choque o pruebas de simulación, aunque
pueden ser posibles algunos otros procedimientos para seleccionar las zonas blandas. Las áreas de la zona blanda
65 se pueden definir mediante simulación para determinar el comportamiento de choque más ventajoso o mejor
absorción de energía en una parte simple tal como, por ejemplo, un pilar B. Se puede aplicar un rayo láser (no

mostrado) sobre la zona blanda seleccionada 24 usando el sistema láser. El tamaño del punto láser puede ajustarse durante la aplicación del rayo láser y puede adaptarse a la altura y/o anchura de la zona blanda 24, por lo tanto, se puede evitar el cambio de la óptica del sistema láser, que lleva mucho tiempo, después de cada aplicación del láser. Del mismo modo, se puede seleccionar una segunda zona blanda 23 como se comentó anteriormente, el rayo láser (no mostrado) se puede mover a la segunda zona blanda 23 y se puede aplicar sobre la porción seleccionada 23 usando el sistema láser. El tamaño del punto láser puede ajustarse durante la aplicación del rayo láser a la forma de la segunda zona blanda 23. De forma similar a anteriormente, el rayo láser (no mostrado) puede moverse a una tercera zona blanda 22 y puede aplicarse sobre la tercera zona blanda 22 seleccionada. Del mismo modo, el tamaño del punto láser puede ajustarse durante la aplicación del rayo láser a la forma de la tercera zona blanda 22. El funcionamiento del láser puede ser similar al descrito anteriormente para la zona blanda 24.

De esta manera, las zonas blandas 24, 23, 22 pueden tener ductilidad potenciada, mientras que se puede mantener la resistencia de las partes próximas a la zona blanda. La microestructura de las zonas blandas 24, 23, 22 puede modificarse, por ejemplo, la resistencia a la tracción de las zonas blandas 24, 23, 22 puede ser inferior a 600 MP y el alargamiento en las zonas blandas 24, 23, 22 puede aumentarse hasta un 20 %. Las zonas blandas 22, 23, 24 se pueden obtener con una sola óptica del sistema láser (no se muestra), mientras se ajusta el tamaño del punto láser. En consecuencia, la inversión en herramientas puede reducirse, así como el coste de mantenimiento. El tiempo de fabricación también puede reducirse. Además, la variación del punto puede reducir las zonas de transición en los puntos de partida y final de las zonas blandas 24, 23, 22.

El rayo láser puede regularse basándose en algunos parámetros, por ejemplo, temperatura medida en las zonas blandas determinadas del componente 8 usando un termómetro, por ejemplo, un pirómetro o una cámara, para medir altas temperaturas, manteniendo así la temperatura del punto del rayo láser. Las zonas blandas 24, 23, 22 pueden hacerse con diferentes formas y con diferentes aplicaciones, por ejemplo, bridas, puntos pequeños o grandes, formas geométricas complejas. Usando ejemplos de los procedimientos y aplicaciones láser como se describe en el presente documento, en una sola pasada, o en muy pocas "pasadas de láser", las microestructuras locales pueden cambiarse, por ejemplo, alrededor de áreas de remachado, alrededor de bridas, para zonas blandas más grandes, etc. Esta clase de operaciones posteriores se pueden combinar con la formación de una zona blanda en una sola pasada, lo que reduce el tiempo de fabricación. Los troqueles usados en un proceso de estampado en caliente pueden, además, simplificarse ya que no es necesario proporcionar zonas de temperatura separadas.

El ejemplo de la figura 1b muestra una vista superior de un ejemplo de un pilar B 26 en el que se ha llevado a cabo una zona blanda 27 con una forma particular. La selección de la zona blanda, la estructura del pilar B y el funcionamiento pueden ser similares a las descritas en la figura 1a.

La figura 2a muestra esquemáticamente un ejemplo de un sistema láser, el sistema láser puede tener un conector de fibra 3. El conector de fibra 3 puede estar conectado en un extremo distal a una fibra óptica 1. I

El conector de fibra 3 puede permitir una conexión y desconexión rápida y fiable a la fibra óptica 1. La fibra óptica 1 puede actuar como una guía para el haz de partículas y ondas.

Se puede proporcionar una unidad de colimación 5. La unidad de colimación 5 puede hacer que las direcciones de movimiento del rayo láser se alineen más en una dirección específica.

El sistema láser puede tener un pirómetro 8 de un solo color, aunque algunas otras alternativas pueden ser posibles, por ejemplo, un pirómetro 7 de dos colores. El pirómetro 8 de un solo color puede determinar la temperatura midiendo la radiación emitida desde una superficie a una longitud de onda. De esta manera, la potencia del rayo láser puede regularse teniendo en cuenta la temperatura.

También se muestra esquemáticamente un homogeneizador de zoom 10. El homogeneizador de zoom puede adaptar la forma del punto láser como se describe más adelante.

En ejemplos alternativos, el homogeneizador de zoom 10 puede configurarse para conectarse en el segundo extremo a una unidad de acoplamiento 20. La unidad de acoplamiento 20 puede estar unida a un elemento de enfoque 11. El elemento de acoplamiento 20 puede configurarse para estar provisto de un adaptador 9. El adaptador 9 puede estar conectado a una cámara 15, por ejemplo, una cámara EMAQS. La cámara EMAQS es un sistema de adquisición de datos de temperatura basado en cámara, aunque algunas otras alternativas son posibles, por ejemplo, cámara CCD 14.

En algunos otros ejemplos alternativos, el homogeneizador de zoom 10 puede configurarse para conectarse a un pirómetro 60 de un solo color, aunque pueden ser posibles algunas otras alternativas, por ejemplo, pirómetro 61 de dos colores. El pirómetro 60 de un solo color puede determinar la temperatura midiendo la radiación emitida desde una superficie a una longitud de onda. De esta manera, la potencia del rayo láser puede regularse teniendo en cuenta la temperatura.

El sistema láser puede montarse en un robot (no se muestra). El robot puede montarse en el suelo, pero pueden ser

posibles otras configuraciones, por ejemplo, montado en el techo. El robot puede controlarse mediante medios de control (no mostrados). Un ejemplo de un robot que puede emplearse es el robot IRB 6660 o IRB 760, disponible de ABB, entre otros.

5 La potencia del láser del sistema láser puede estar limitada a 20000 W.

La figura 2b muestra esquemáticamente el homogeneizador de zoom 10. El homogeneizador de zoom 10 puede transformar el rayo en una forma, por ejemplo, rectangular, circular. El homogeneizador de zoom 10 puede ser parte del sistema láser que se muestra en la figura 2a. El homogeneizador de zoom 10 puede comprender una carcasa 38 que encierra, al menos parcialmente, el sistema láser.

La carcasa 38 puede comprender un conjunto de lentes 30a, 30b y 30c. El conjunto de lentes 30a, 30b y 30c puede ajustar un punto del rayo láser a la anchura o la longitud de las diferentes porciones del elemento barrido durante la aplicación del láser. El conjunto de lentes puede implementar diversas líneas de enfoque o áreas con longitudes de bordes o anchura de hasta 180 mm. La distribución de energía en forma de sombrero de copa en el foco del láser puede ser homogénea en todo el intervalo de configuración, por lo tanto, se puede garantizar la entrada de energía uniforme en todo el intervalo de configuración. El conjunto de lentes 30a, 30b y 30c puede estar diseñado para salidas de potencia láser de hasta 20000 W.

Un motor de engranajes 34 puede ajustar el tamaño del punto del rayo láser que actúa sobre el conjunto de lentes 30a, 30b y 30c. El punto del rayo láser puede ser ajustable por el motor en ambos ejes. Se puede implementar una pluralidad de tamaños y relaciones de enfoque usando el conjunto de lentes 30a, 30b y 30c. El movimiento motorizado del conjunto de lentes 30a, 30b y 30c usando el motor de engranajes 34 puede permitir que la anchura o la altura del rayo láser se ajusten dinámicamente. El accionamiento del motor de engranajes 34 puede permitir la integración en cualquier sistema de control de maquinaria.

El motor de engranajes 34 puede estar unido a un husillo roscado 33. El husillo roscado 33 puede transmitir el movimiento generado por el motor de engranajes 34. El husillo roscado 33 puede tener unido en un extremo distal una tuerca de husillo 32. Se puede proporcionar una unidad de control de movimiento 36 que controla el movimiento de algunos de los elementos del homogeneizador de zoom 10, por ejemplo, el motor de engranajes 34. La posición o velocidad del motor de engranajes 34 puede controlarse usando algún tipo de dispositivo, tal como un servomotor, aunque son posibles algunas otras opciones, por ejemplo, una bomba hidráulica, un actuador lineal o un motor eléctrico.

Las figuras 3a y 3b muestran ejemplos de diferentes formas específicas del punto del rayo láser. Como se mencionó anteriormente, se pueden proporcionar diversos tamaños de puntos y proporciones de rayo láser y, por lo tanto, se puede lograr la formación de geometrías muy específicas y precisas que tengan una amplia variedad de formas. En consecuencia, se puede proporcionar casi cualquier geometría deseada que tenga, por ejemplo, una curvatura diferente, un tamaño diferente (longitud, anchura y altura).

Por ejemplo, la figura 3a muestra diferentes formas conocidas rectangulares, circulares y cuadrangulares. La dirección x y la dirección y pueden ser independiente y continuamente variables. La variación del punto puede estar entre 8 mm y 200 mm tanto en la dirección x como en la dirección y. La variación tanto en la dirección x como en la dirección y puede realizarse mediante un motor, por ejemplo, un servomotor de CC sin escobillas. El rayo láser puede comprender el uso de un termómetro para medir altas temperaturas, por ejemplo, un pirómetro para estimar la temperatura que requieren zonas blandas del componente estampado en caliente, por lo que la temperatura puede mantenerse dentro de un intervalo deseado.

A medida que un láser se mueve a lo largo de un componente, y entre diversas porciones de un componente a tratar, el punto puede ajustarse para tener la forma y el tamaño requeridos para formar una zona blanda.

La figura 3b muestra una forma más compleja que se puede obtener en una sola pasada combinando las formas de la figura 3a. Es decir, en algunos ejemplos, durante la aplicación del rayo láser, se pueden cambiar tanto la forma como el tamaño del punto del láser. Al controlar la potencia del láser de acuerdo con las mediciones de temperatura, se puede obtener un tratamiento térmico constante a pesar de las grandes variaciones en el punto del láser.

Los inventores han descubierto que una velocidad de avance del láser de alimentación entre 5 mm/s y 100 mm/s y un rayo láser con una potencia entre 1 kW y 10 kW, opcionalmente entre 2,3 kW y 5,5 kW, conducen a resultados particularmente buenos, mientras se varía el punto del rayo láser tanto en la dirección x como en la dirección y

Aunque solo se ha divulgado una serie de ejemplos en el presente documento, son posibles otras alternativas, modificaciones, usos y/o equivalentes de los mismos. Por tanto, el alcance de la presente divulgación no se debería limitar por los ejemplos particulares, sino que se debería determinar solo mediante una lectura correcta de las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para fabricar componentes estampados en caliente, que comprende:

- 5 proporcionar un componente estampado en caliente (21, 26) mediante templado en troquel de formación en caliente;
- seleccionar una primera (24) y una segunda porción (23) del componente estampado en caliente (21, 26) para las que se va a cambiar una microestructura, en el que la primera porción (24) tiene una anchura diferente que
- 10 la segunda porción (23);
- proporcionar un sistema láser, en el que el sistema láser comprende uno o más elementos ópticos y una fuente láser para generar un rayo láser;
- 15 mover el sistema láser a lo largo de una longitud del componente, al tiempo que
- se aplica en una sola pasada un rayo láser sobre la primera y segunda porciones seleccionadas para cambiar su microestructura del componente estampado en caliente (21, 26) usando el sistema láser, en el que el tamaño de punto del rayo láser se ajusta durante la aplicación del rayo láser y está adaptado a las anchuras de
- 20 la primera (24) y la segunda (23) porciones, y en el que la potencia del rayo láser se regula basándose en la temperatura medida en las porciones determinadas del componente estampado en caliente, en el que la primera porción (24) es una zona blanda para absorber energía en un choque, y la segunda porción (23) es una porción utilizada en una operación posterior.
- 25 **2.** Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la segunda porción es una brida o un área de remachado.
- 3.** Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la selección de las porciones del componente estampado en caliente (21, 26) comprende una prueba de choque del componente estampado en caliente.
- 30 **4.** Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que determinar las porciones del componente estampado en caliente (21, 26) comprende realizar una prueba de simulación del componente estampado en caliente.
- 35 **5.** Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en el que la aplicación de un rayo láser comprende ajustar la anchura del punto del rayo láser entre 8 mm y 180 mm y la altura del punto del láser entre 8 mm y 180 mm.
- 40 **6.** Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, en el que la aplicación de un rayo láser comprende ajustar el tamaño del punto del rayo láser usando un motor continuo que actúa sobre los elementos ópticos.
- 45 **7.** Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, en el que aplicar un rayo láser comprende usar un rayo láser con una potencia entre 1 kW y 10 kW, opcionalmente entre 2,3 kW y 5,5 kW.
- 50 **8.** Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 7, en el que aplicar un rayo láser comprende usar un sistema láser con una velocidad de avance entre 5 mm/s y 100 mm/s.
- 9.** Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 8, en el que aplicar el rayo láser comprende usar un pirómetro óptico para medir la temperatura en las porciones determinadas del componente estampado en caliente.
- 55 **10.** Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9, en el que modificar la microestructura de las porciones seleccionadas comprende mantener una temperatura constante a lo largo de las porciones seleccionadas del componente estampado en caliente.
- 11.** Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10, en el que la forma del punto del rayo láser es sustancialmente rectangular.
- 60 **12.** Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11, en el que la forma del punto del rayo láser es sustancialmente circular.

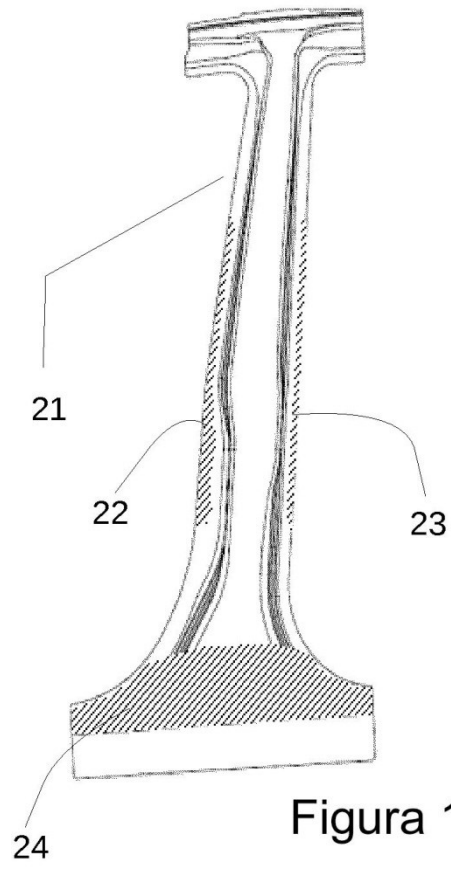


Figura 1a

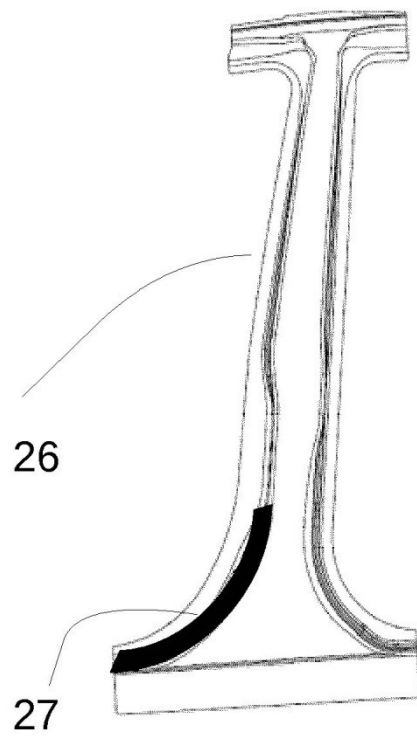


Figura 1b

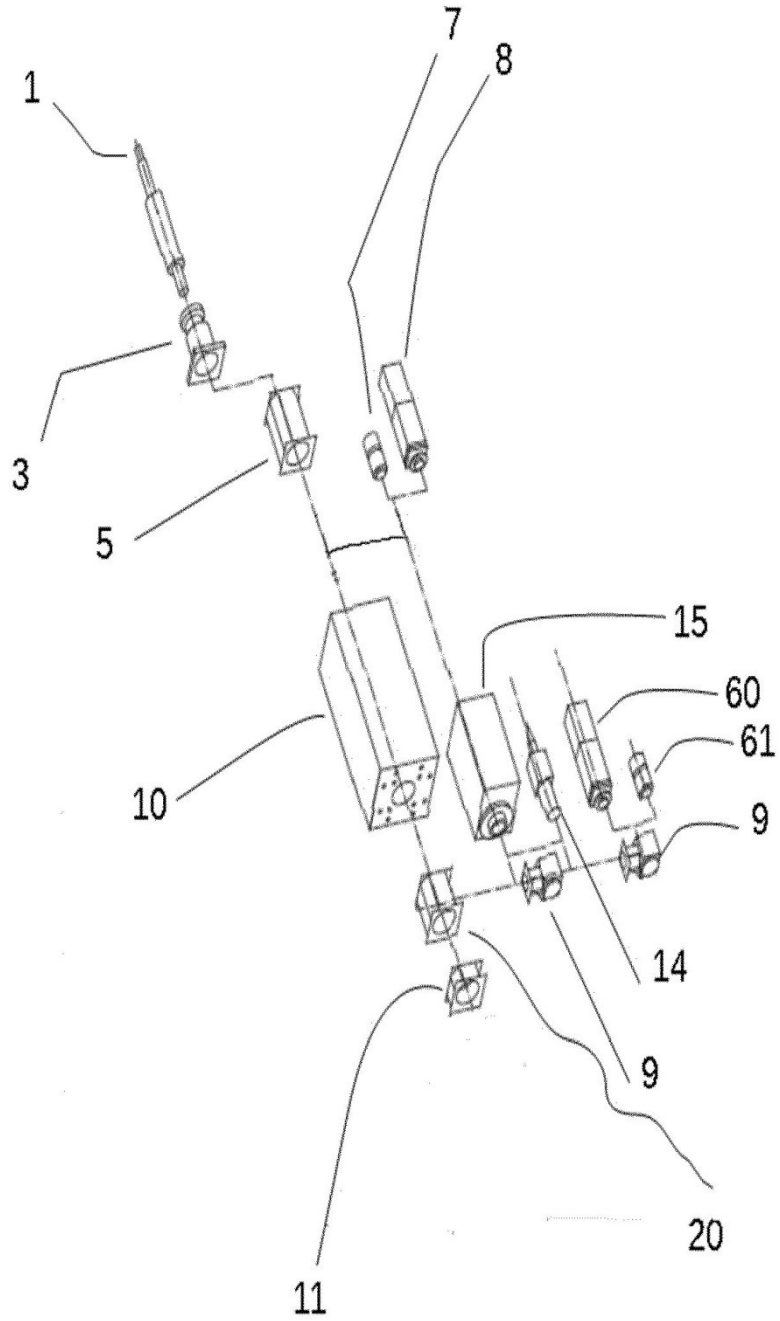


Figura 2a

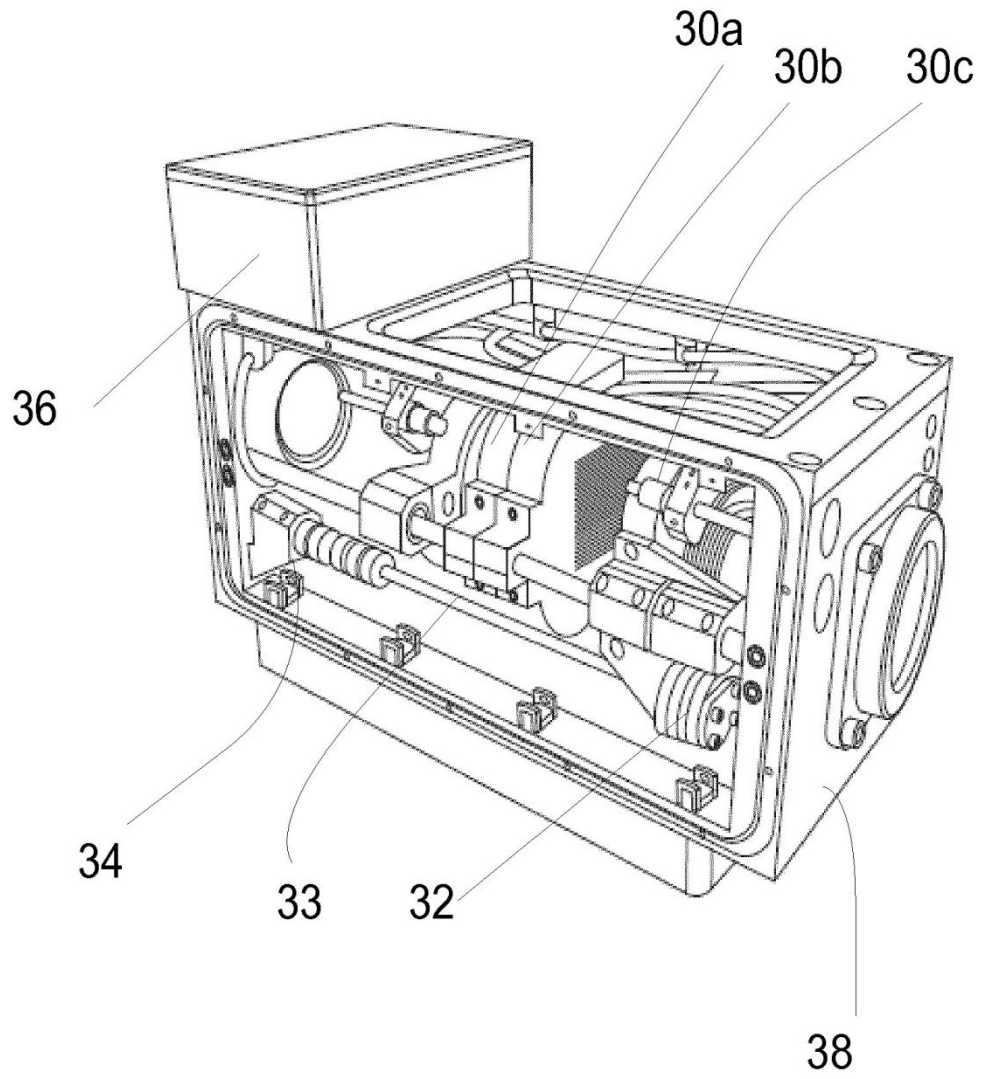


Figura 2b

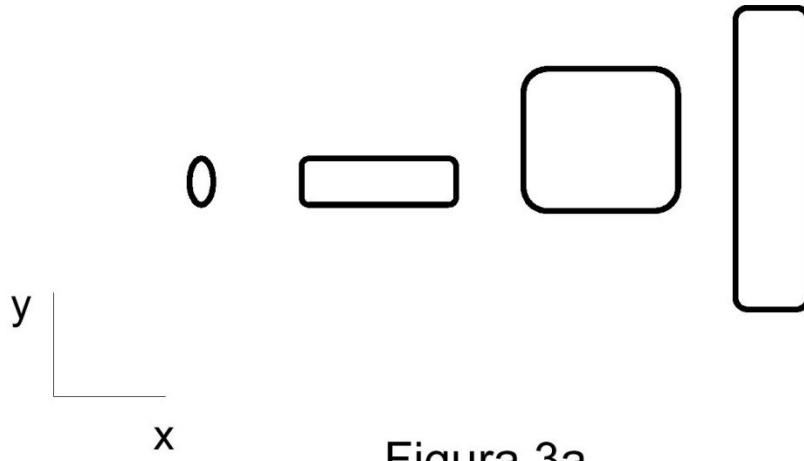


Figura 3a

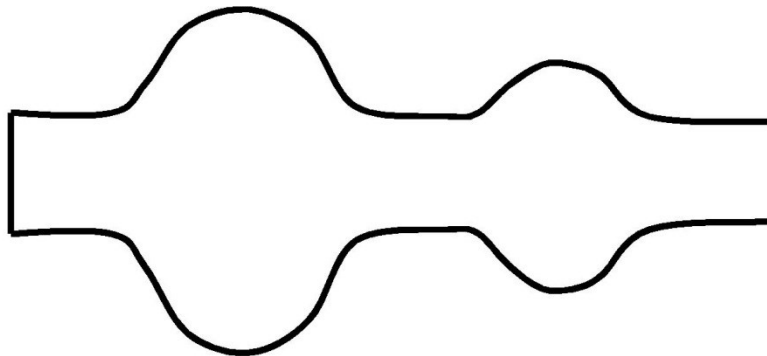


Figura 3b