

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 677**

51 Int. Cl.:

B23K 26/38 (2014.01)

B23K 26/08 (2006.01)

B23K 26/03 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2012 E 12729210 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2709794**

54 Título: **Método para explorar electrónicamente un tubo destinado a ser trabajado en una máquina de corte por láser usando un sensor para medir la radiación reflejada o emitida por el tubo**

30 Prioridad:

12.05.2011 IT TO20110425

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

01.06.2016

73 Titular/es:

**ADIGE S.P.A. (100.0%)
Via Per Barco, 11
38056 Levico Terme, IT**

72 Inventor/es:

**GALVAGNINI, PAOLO;
NICOLETTI, SERGIO y
BRIGADUE, MATTEO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 572 677 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

Método para explorar electrónicamente un tubo destinado a ser trabajado en una máquina de corte por láser usando un sensor para medir la radiación reflejada o emitida por el tubo

5 La presente invención se refiere en general a un método para el corte por láser de tubos, y más específicamente a un método para explorar electrónicamente un tubo en una máquina de corte por láser, tal como se especifica en el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

10 Un método del tipo identificado anteriormente es conocido del documento JP 2010125517.

En la siguiente descripción y en las reivindicaciones, el término “tubo” se usa para identificar cualquier cuerpo tridimensional alargado, es decir cualquier cuerpo que se extiende a lo largo de una dirección principal (en lo sucesivo en el presente documento denominada como eje longitudinal) y que tiene una sección transversal uniforme (que puede estar, de forma indiferente, abierta o cerrada) a lo largo del eje longitudinal.

El corte por láser de tubos es una aplicación industrial bien conocida, pero padece, sin embargo, algunas dificultades debido, en particular, a la naturaleza de la sección transversal del tubo que debe ser trabajado y a la diferencia entre la posición de trabajo nominal y la posición alcanzada realmente por el tubo al final de su movimiento.

En lo que respecta a la naturaleza de la sección transversal del tubo, la sección transversal real del tubo difiere de la nominal debido a los errores geométricos. Pueden trabajarse por láser diversos tipos de sección transversal de tubo, y los más comunes son los que se ilustran en la figura 1 de los dibujos adjuntos. En particular, pueden producirse los siguientes tipos de sección transversal:

- 25 - sección transversal circular (figura 1a),
- sección transversal cuadrada (figura 1b),
- 30 - sección transversal rectangular (figura 1c), ya sea con bordes redondeados o afilados,
- sección transversal plana oval (figura 1d),
- 35 - sección transversal semiplana oval (figura 1e),
- sección transversal elíptica o sección transversal en forma de círculo achatado (figura 1f),
- sección transversal en forma de U o de C (figura 1 g), ya se obtenga por doblado o por extrusión, y ya sea por consiguiente con los bordes externo o interno como bordes redondeados o con los bordes externo o interno como bordes afilados,
- 40 - sección transversal en forma de L (figura 1h), ya se obtenga por doblado o por extrusión, y ya sea por consiguiente con bordes laterales redondeados o con bordes laterales afilados,
- 45 - sección transversal de plataforma plana (figura 1i), ya sea con bordes afilados o achaflanados, y
- sección transversal en forma de H (figura 1j) o en forma de I (figura 1k).

Aparte de aquellos casos en los que la sección transversal no tiene claramente al menos una cara plana (éste es el caso de una sección transversal circular o de una sección transversal elíptica), es posible definir un borde o cara de referencia, un radio de filete (filete: juntura de tipo ángulo diedro) o chaflán y una cara de trabajo. En otras palabras, cuando por ejemplo está siendo realizada una operación de corte en una cara (cara de trabajo) de un tubo, es posible definir dónde empieza o termina esta cara usando, como referencia, otra cara, típicamente una cara perpendicular a la cara de trabajo, que está conectada a la cara de trabajo por un filete.

Los filetes mencionados anteriormente con referencia a los diversos tipos de secciones transversales pueden estar en forma de borde afilado, de cuarto de círculo o de chaflán, tal como se muestra en la figura 2.

La figura 2a muestra una parte de ángulo de una sección transversal rectangular de un tubo, en la que una cara de trabajo 2 y una cara de referencia 4 están conectadas entre sí por un filete 6a en forma de un cuarto de círculo. Un punto de verificación usado por el aparato de trabajo por láser como referencia para determinar la posición del filete y, por lo tanto, de la cara de referencia, se indica como 8a. La figura 2b muestra una parte de ángulo de una sección transversal rectangular de un tubo con un filete de borde afilado 6b y dos puntos de verificación 8b asociados. La figura 2c muestra una parte de ángulo de una sección transversal rectangular de un tubo con un primer filete achaflanado 6c y un punto de verificación 8c, mientras que la figura 2d muestra una parte de ángulo de una sección transversal rectangular de un tubo con un segundo filete achaflanado 6d, que comprende dos tramos en forma de

arco 6d' y un tramo recto 6d'', y con un punto de verificación 8d. La figura 2e muestra dos filetes 6e' y 6e'' en forma de un cuarto de círculo, que se unen entre sí en una zona media 9, y dos puntos de verificación 8e' y 8e''.

5 Todo procedimiento que requiera que la forma del filete sea idéntica a la deseada para realizar las mediciones, por ejemplo mediciones de posición, está condenado al fracaso o, al menos, a no ser preciso.

10 Un problema adicional es que las dimensiones de las secciones transversales reales de los tubos son diferentes de las nominales. Las máquinas de corte por láser conocidas están provistas de sistemas mecánicos de autoadaptación que permiten compensar ligeros cambios dimensionales, pero dichos cambios pueden, sin embargo, causar problemas cuando se intenta identificar la posición del tubo a trabajar. Uno de los métodos usados típicamente estos días para determinar la posición de la cara de trabajo de un tubo consiste, por ejemplo, en hacer girar el tubo un ángulo de 90 grados y tocar la cara de referencia relativa. Una diferencia entre las dimensiones medidas y las nominales puede interpretarse, en este caso, como un desplazamiento rígido de la cara en cuestión, pero también podría deberse al hecho de que las dimensiones de la sección transversal son diferentes de las nominales.

15 Otro problema, tal como se ha indicado anteriormente, es la diferencia entre la posición nominal del tubo que está siendo trabajado y la alcanzada realmente al final de su movimiento.

20 Con referencia ahora a la figura 3, se describirán varios ejemplos de arquitecturas usadas para mover los tubos en las máquinas de corte por láser para el corte de tubos.

25 La figura 3a muestra esquemáticamente una arquitectura de cojinete - huso. Un huso dispuesto para hacer que un tubo T se desplace a lo largo de su propio eje y gire alrededor de su propio eje se indica como 10. Por otro lado, un cojinete a través del cual el tubo T pasa, y es mantenido de este modo en posición horizontal, se indica como 12. La máquina de corte por láser comprende además, de manera de por sí conocida, un cabezal de corte (no mostrado) que puede trabajar inmediatamente aguas arriba (zona 14a) o aguas abajo (zona 14b) del cojinete 12. El cabezal de corte puede moverse entre las zonas 14a y 14b por medio de un mecanismo impulsor especial o como resultado del movimiento de traslación del cojinete 12. Como alternativa, el movimiento del cabezal de corte puede resultar de la combinación del movimiento causado por su propio mecanismo impulsor y del movimiento causado por el cojinete 12.

35 La figura 3b muestra esquemáticamente una arquitectura con tres cojinetes. Un huso del tipo del mostrado en la figura 3a se indica como 10. En el caso de tubos que tienen un peso lineal superior a 25 kg/m, el huso 10 tiene, además de las funciones de soportar y de manejar el tubo durante el proceso de trabajo, también la función de descargar el tubo al final del proceso de trabajo. Dos husos adicionales fabricados como husos pasantes se indican como 16 y 18. El cabezal de corte (no mostrado) está provisto de un mecanismo impulsor especial para ser capaz de trabajar aguas arriba de los dos husos pasantes (zona 14a), aguas abajo de los dos husos pasantes (zona 14b) o entre los dos husos pasantes (zona 14c).

40 La figura 3c muestra esquemáticamente una arquitectura con cuatro cojinetes, que difiere de la arquitectura de la figura 3b en que comprende, además, un cuarto huso 20 que está hecho como un huso no pasante y tiene la función de extraer, hacer girar y soportar el tubo. También en este caso, el cabezal de corte (no mostrado) está provisto de un mecanismo impulsor especial para ser capaz de trabajar aguas arriba de los dos husos pasantes (zona 14a), aguas abajo de los dos husos pasantes (zona 14b) o entre los dos husos pasantes (zona 14c).

45 La figura 3d muestra esquemáticamente una arquitectura con solamente dos husos pasantes 10 y 20 que tienen ambos la función de desplazar, hacer girar y extraer el tubo. También en este caso, el cabezal de corte (no mostrado) está provisto de un mecanismo impulsor especial para ser capaz de trabajar aguas arriba de los dos husos (zona 14a), aguas abajo de los dos husos (zona 14b) o entre los dos husos (zona 14c).

50 Todas las arquitecturas descritas anteriormente requieren conocer la posición del tubo que está siendo trabajado con respecto al eje de referencia definido por el sistema impulsor del tubo formado por los husos. Dicho requisito se aplica si el sistema impulsor del tubo de la máquina de corte por láser es capaz de centrar el tubo que está siendo trabajado debido a su propia simetría, es decir es capaz de aplicar una fuerza suficiente para reducir el desvío o la torsión del tubo. Sin embargo, dicho requisito generalmente se cumple solamente cerca de los puntos de contacto entre los husos y el tubo, debido a las tensiones a la que está sometido el tubo. A medida que la distancia desde estos puntos de contacto aumenta, el tubo está cada vez menos centrado con respecto al eje de referencia. Cuanto más cerca trabaja el cabezal de corte de un punto de contacto del tubo con un huso, más centrado está el tubo, y en general el tubo está centrado de forma más precisa cuando el cabezal de corte trabaja en la zona comprendida entre dos husos (zona indicada como 14c en las figuras 3b a 3d). En cualquier caso, cuando se trabaja con tubos particularmente finos y flexibles o con tubos que tienen un peso lineal elevado (a modo de ejemplo, valores superiores a 20 kg/m) es difícil garantizar que el tubo está correctamente centrado.

65 Un problema adicional asociado con el trabajo por láser de tubos consiste en determinar la posición del extremo, o punta, del tubo que está siendo trabajado, posición que es necesaria para proporcionar la correcta referencia para la posición de los trabajos a realizar en el tubo. También en este caso, es necesario establecer una referencia para la

posición del tubo que está siendo trabajado no tanto con respecto a un punto ideal en el espacio, sino en su lugar con respecto a la posición de trabajo real de la herramienta que está realizando el trabajo, en el presente caso la posición real del cabezal de corte.

- 5 En algunos casos es importante buscar no tanto el extremo del tubo que servirá como superficie o línea, sino en su lugar un punto o un área de una cara, que se toma como referencia para los trabajos a realizar en el tubo. Esto se produce, por ejemplo, cuando el extremo del tubo está en ángulo (figura 4a) o tiene un perfil complejo (figura 4b).
- 10 En otros casos, los tubos ya han sido sometidos a trabajos previos, por ejemplo operaciones de barrenado, y deben someterse por lo tanto a operaciones de corte o recorte por láser. La figura 5 muestra dos ejemplos (a) y (b) de tubos sometidos previamente a barrenado. En estos casos, la máquina de corte por láser debe remitir las operaciones de trabajo por láser a realizar a los trabajos previos, y debe buscar, por lo tanto, las posiciones de estos últimos.
- 15 Una vez que se ha realizado el corte por láser, por ejemplo se ha formado un agujero circular o una ranura cuadrada o rectangular, puede ser necesario medir las dimensiones características de dicho trabajo. Esto se produce por ejemplo cuando la dimensión del trabajo debe evaluarse teniendo en cuenta la anchura real de la incisión producida por el corte por láser.
- 20 Es un objeto de la presente invención proporcionar un método para explorar electrónicamente un tubo que será trabajado por medio de una máquina de corte por láser, que permite medir la posición de un punto en una cara del tubo independientemente tanto de la posición del tubo en la máquina de corte por láser como de la forma del tubo.
- 25 Éste y otros objetos se consiguen gracias a un método para explorar electrónicamente un tubo, que comprende las etapas especificadas en la parte de caracterización de la reivindicación independiente 1 adjunta. Modos ventajosos de implementar el método de exploración electrónica según la invención son el asunto de las reivindicaciones dependientes, cuyo contenido debe considerarse parte integral e integrante de la siguiente descripción.
- 30 Las características y las ventajas de la invención surgirán a partir de la siguiente descripción detallada, que se da puramente a modo de ejemplo no limitante con respecto a los dibujos adjuntos, en los que:
- las figuras 1a a 1h muestran ejemplos de secciones transversales de tubos que pueden someterse a operaciones de corte por láser;
- 35 las figuras 2a a 2e muestran ejemplos de zonas de filete entre dos caras planas adyacentes de un tubo;
- las figuras 3a a 3d son vistas laterales esquemáticas de algunas arquitecturas que pueden usarse para mover un tubo en una máquina de corte por láser de tubos;
- 40 las figuras 4a y 4b son vistas en perspectiva que muestran dos ejemplos de forma del extremo de un tubo;
- las figuras 5a y 5b son vistas en perspectiva que muestran dos ejemplos de tubos a trabajar, en los que ya se han realizado trabajos, en particular barrenados, antes del trabajo por láser;
- 45 la figura 6 es una vista esquemática de una máquina de corte por láser de tubos en la que puede implementarse el método de exploración electrónica según la presente invención;
- la figura 7 es un diagrama de bloques del método de exploración electrónica según la presente invención; y
- 50 las figuras 8a y 8b muestran esquemáticamente la fase de muestreo de posición preliminar del método de exploración electrónica según la presente invención, en caso de un tubo que tiene una sección transversal rectangular con esquinas redondeadas.
- Con referencia a la figura 6, una máquina de corte por láser para el corte por láser de tubos comprende en primer lugar un sistema impulsor de tubos dispuesto para desplazar un tubo T a lo largo de su propio eje (indicado como x) y para hacer que gire alrededor de su propio eje. En el ejemplo mostrado en la figura 6, el sistema impulsor comprende solamente un huso 10. Como alternativa, es posible usar cualquiera de las arquitecturas conocidas descritas anteriormente con referencia a las figuras 3a a 3d. La máquina de corte por láser comprende, además, un cabezal de corte 50 y una fuente de láser 52. El cabezal de corte 50 comprende, entre otras cosas, un conjunto de lentes para enfocar sobre el tubo T el haz de láser procedente de la fuente de láser 52 y una boquilla para suministrar gas auxiliar. El cabezal de corte 50 es de tipo de por sí conocido y, por lo tanto, no se describirá en detalle en el presente documento. Un sistema impulsor de cabezal (no mostrado), que es también de tipo de por sí conocido, está asociado al cabezal de corte 50 para mover el cabezal de corte 50. La fuente de láser 52 está dispuesta para enviar un haz de láser al cabezal de corte 50 a través de un sistema de transporte de haz 54 de tipo de por sí conocido, tal como, por ejemplo, un sistema de espejos o una fibra óptica. La máquina de corte por láser comprende, además, un sensor 56 dispuesto para detectar, cuando el tubo T es expuesto al haz de láser enfocado
- 65

por el cabezal de corte 50, la radiación reflejada (y que, por lo tanto, tiene la misma longitud de onda que el haz de láser) o emitida (radiación procedente del material del tubo, o del entorno gaseoso en el que está sumergido el tubo, como resultado de una excitación causada por el rayo incidente). La señal óptica (radiación reflejada o emitida) detectada por el sensor 56 tiene una longitud de onda comprendida en el intervalo de 180 a 2000 nm. El sensor 56 puede estar fijado al cabezal de corte 50, como en el ejemplo mostrado en la figura 6, o estar fijado al sistema de transporte de haz 54.

Según la invención, para medir la posición de un punto en una cara del tubo T que está siendo trabajado, el cabezal de corte 50 es accionado adecuadamente (en términos de potencia del láser, distancia desde el tubo y presión del gas auxiliar) para enfocar sobre el tubo un haz de láser tal que no sea capaz de grabar o cortar el tubo, sino solamente hacer que una radiación sea emitida por la superficie del tubo, radiación que se pretende que sea detectada por el sensor 56. Por ejemplo, el haz de láser usado para explorar electrónicamente la superficie del tubo T se obtiene ajustando la potencia de la fuente de láser 52 en el intervalo de 200 a 3000 W, usando un gas auxiliar que tiene una presión comprendida en el intervalo de 0,5 a 5 bares y situando el cabezal de corte 50 a una distancia del tubo comprendida en el intervalo de 0,5 a 4,5 mm. El sensor 56 está conectado a una unidad de control 58 que, basándose en la señal proporcionada por el sensor, es capaz de determinar la presencia o ausencia del tubo T con una resolución espacial lateral igual al radio del haz de láser en el punto de incidencia sobre el tubo y, por lo tanto, típicamente comprendida entre 25 y 80 μm . Dicha resolución espacial lateral se debe al hecho de que solamente la zona con la mayor densidad de potencia causa la emisión de una señal no despreciable.

El método según la invención para explorar electrónicamente un tubo en una máquina de corte por láser, tal como la máquina descrita anteriormente con referencia a la figura 6, se describirá a continuación con referencia al diagrama de bloques de la figura 7 y a las figuras 8a y 8b.

En primer lugar (etapa 200 del diagrama de bloques de la figura 7) la característica geométrica a buscar/medir se selecciona basándose en una indicación dada por el operario. El operario puede dar esta indicación, por ejemplo, enviando una señal inalámbrica a la unidad de control 58 de la máquina de corte por láser a través de un dispositivo de comunicación a distancia portátil o actuando directamente sobre un módulo de interfaz de la máquina conectado a la unidad de control 58. Por ejemplo, las opciones disponibles para el operario pueden ser las siguientes:

- búsqueda de una cara de referencia,
- búsqueda de dos caras de referencia,
- búsqueda del extremo del tubo,
- búsqueda del extremo en una zona específica,
- búsqueda de un agujero o de una cavidad ya presente en el tubo, y
- medición de un agujero o de una cavidad.

Dependiendo del tipo de búsqueda o de medición a realizar, una exploración electrónica se define, tal como se describe a continuación, en una dirección (habitualmente una dirección paralela al eje x del tubo T o una dirección perpendicular a este eje) tal que no implique la rotación del tubo T y, por lo tanto, que requiera que solamente se mueva el cabezal de corte 50. Sin embargo, en caso de que haya que buscar una cavidad en un tubo redondo, es necesario hacer girar al tubo alrededor de su propio eje.

En la etapa indicada como 202 en el diagrama de bloques de la figura 7, se realiza un muestreo preliminar de posición a lo largo de una dirección z (véase la figura 6) perpendicular al eje x del tubo T de manera segura, es decir de una manera tal que evite daños al tubo, y de manera cierta, es decir en una posición en la que la presencia del material del tubo sea segura. La figura 8a muestra la situación inicial del cabezal de corte 50 en una posición en la que la boquilla está ciertamente mirando al tubo T. Más específicamente, la figura 8a muestra los dos campos de tolerancia de posición lateral del tubo T, cuya anchura se indica como t, y muestra que el cabezal de corte 50 está situado de tal manera que la boquilla esté colocada entre estos dos campos a una distancia mínima dada 1 del campo más cercano y, por lo tanto, en una posición en la que la boquilla está ciertamente mirando al tubo T (en el ejemplo ilustrado mirando a la cara plana superior del tubo T). Partiendo de esta posición inicial, el cabezal de corte 50 se mueve a lo largo del eje z para realizar el muestreo preliminar de posición, tal como se muestra en la figura 8b. El muestreo preliminar de posición puede realizarse tocando el tubo T con la boquilla del cabezal de corte 50 o, tal como se muestra en la figura 8b, usando un sistema de sensor capacitivo (de tipo de por sí conocido) y por lo tanto moviendo la boquilla del cabezal de corte 50 hacia la superficie del tubo T hasta una distancia desde este último que depende del diámetro d de la propia boquilla. El muestreo preliminar de posición a lo largo del eje z, y por lo tanto el ajuste de la distancia entre la boquilla del cabezal de corte 50 y el tubo T (es decir, la posición del punto focal), sirve para situar el punto focal en la medida de lo posible sobre la superficie del material, para maximizar la resolución de la medición, garantizando que el diámetro mínimo posible del haz de láser impacte sobre el material.

Usando como referencia la posición determinada por medio del muestreo preliminar de posición realizado en la etapa 202, la unidad de control 58 se prepara para el proceso de exploración electrónica moviendo, en la etapa indicada como 204 en el diagrama de bloques de la figura 7, el cabezal de corte 50 alejándolo del tubo T o, en cualquier caso, alejándolo del área en la que se espera que esté situado el borde del material a encontrar. En caso de que el muestreo preliminar de posición se realice por medio de un sensor capacitivo, el muestreo también se realiza durante el movimiento del cabezal de corte 50 alejándolo del tubo T, permitiendo de este modo que el cabezal de corte siga el perfil del tubo. Durante el movimiento del cabezal de corte, se garantiza, sin embargo, que el cabezal de corte 50 no se encuentre a una distancia mayor que el radio del tubo T. Para este fin, el valor del radio del tubo se establece, en aras de la conveniencia, para ser igual al nominal, dado que esto no afecta negativamente a la calidad de la medición, sino que, como máximo, solamente reduce su precisión.

En la etapa indicada como 206 en el diagrama de bloques de la figura 7, la fuente de láser 52 se enciende con una potencia tal que no permita que el haz de láser enfocado corte o grave el material del tubo T y el gas auxiliar es suministrado por la boquilla del cabezal de corte 50 con una presión tal que evite que el material salpique desde el tubo hacia el interior del cabezal de corte.

En la etapa indicada como 208 en el diagrama de bloques de la figura 7, el cabezal de corte 50 comienza el movimiento de exploración electrónica, partiendo desde una posición en la que la ausencia de material es cierta y moviéndose hacia el material T, para desplazar progresivamente en esta dirección la zona en la que está enfocado el haz de láser. El haz de láser enfocado procedente de la fuente 52 es tal que es reflejado cuando impacta con el material del tubo T o que causa emisión por el material del tubo o por el gas o gases en los que está sumergido el tubo en la zona de enfoque. El sensor 56 detecta el salto de la señal entre la presencia de material y la ausencia de material, y automáticamente conduce al cabezal de corte 50 a que se sitúe en un punto de verificación 8a-8e tal como uno de los mostrados en las figuras 2a a 2e, independientemente de que el filete esté en forma de un cuarto de círculo, que sea un filete con bordes afilados o que sea un filete achaflanado. Pueden tenerse en cuenta posibles desviaciones de situación sistemáticas, simplemente dando al operario la posibilidad de añadir una desviación fija a la medición.

La unidad de control 58 sigue monitorizando la señal óptica reflejada o emitida por la zona de enfoque durante el proceso de exploración electrónica hasta que se alcanza el extremo del tubo T. En este punto (etapa 210 del diagrama de bloques de la figura 7), la unidad de control 58 registra la posición alcanzada y detiene el ciclo de exploración electrónica.

En caso de trabajar sobre una cara delimitada por otras dos caras, el problema de la desconvolución entre error de posición y error dimensional puede resolverse manteniendo al tubo estacionario durante el proceso de exploración electrónica y explorando electrónicamente las dos caras de referencia. El operario tendrá la posibilidad de elegir si remitir el trabajo al centro de la cara medida de este modo o a uno de los dos bordes muestreados.

El método de exploración electrónica según la invención permite explorar electrónicamente no solamente el borde y el extremo de un tubo, sino también trabajos preexistentes (tales como agujeros o cavidades) de cualquier forma, dado que es posible dar un significado unívoco a las posiciones detectadas durante el proceso de exploración electrónica.

Finalmente, el proceso de exploración electrónica permite medir la dimensión, a lo largo de la dirección de exploración electrónica, también de un trabajo por láser recién obtenido, por ejemplo para los fines de control de calidad o para crear una referencia para posteriores trabajos. En este último caso, preferentemente se realiza un trabajo en una zona inservible, por ejemplo dentro de un área que se pretende que se convierta en sobras para un trabajo posterior, para afinar el aparato de láser.

Si fuera necesario, el proceso de exploración electrónica puede repetirse para obtener una mejor resolución.

REIVINDICACIONES

- 1.- Método para explorar electrónicamente un tubo (T) destinado a ser trabajado en una máquina de corte por láser, en el que la máquina de corte por láser comprende un cabezal de corte (50) dispuesto para enfocar un haz de láser, generado por una fuente de láser (52), sobre el tubo (T) a ser trabajado, comprendiendo el método las etapas de:
- 5 a) realizar un muestreo de posición a lo largo de una dirección de muestreo (z) perpendicular al eje (x) del tubo (T) en una posición de muestreo en la que una boquilla del cabezal de corte (50) esté ciertamente mirando al tubo (T);
- 10 caracterizado porque la máquina de corte por láser comprende un medio sensor (56) dispuesto para detectar, cuando el tubo (T) es alcanzado por el haz de láser enfocado por el cabezal de corte (50), una radiación reflejada o emitida por el tubo (T) y para proporcionar una señal indicativa de tal radiación, y porque el método comprende adicionalmente las siguientes etapas:
- 15 b) emitir a través del cabezal de corte (50) un haz de láser enfocado tal que no es capaz de cortar o grabar el material del tubo (T),
- c) mover el cabezal de corte (50) a lo largo de una dirección dada de exploración electrónica, y
- 20 d) mientras el cabezal de corte (50) se está moviendo a lo largo de la dirección de exploración electrónica, detectar a través de dicho medio sensor (56) la radiación reflejada o emitida por el tubo (T) y establecer punto por punto, basándose en la señal proporcionada por dicho medio sensor (56), la presencia o la ausencia de material del tubo (T).
- 25 2.- Método según la reivindicación 1, en el que el muestreo de posición se realiza moviendo el cabezal de corte (50) a lo largo de dicha dirección de muestreo (z) hasta que la boquilla toca el tubo (T).
- 3.- Método según la reivindicación 1, en el que el muestreo de posición se realiza usando un sensor capacitivo y moviendo el cabezal de corte (50) a lo largo de dicha dirección de muestreo (z) hasta que la boquilla alcanza una
- 30 distancia dada desde el tubo (T).
- 4.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal óptica detectada por dicho medio sensor (56) tiene una longitud de onda comprendida en el intervalo de 180 a 2000 nm.
- 35 5.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la dirección de exploración electrónica a lo largo de la cual se mueve el cabezal de corte (50) en la etapa c) está orientada paralela o perpendicular al eje (x) del tubo (T).

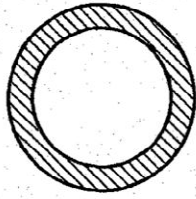


FIG. 1a

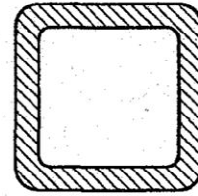
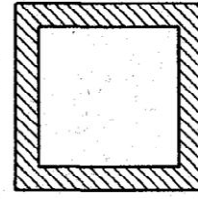


FIG. 1b

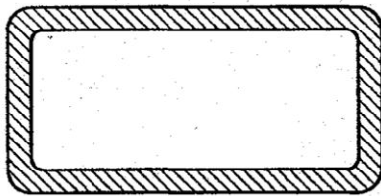
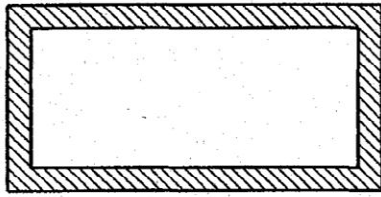


FIG. 1c

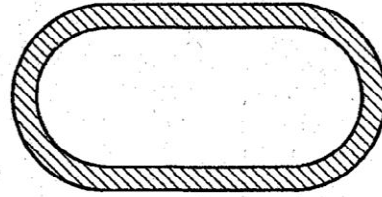


FIG. 1d

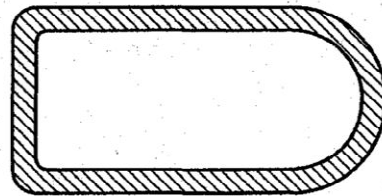


FIG. 1e

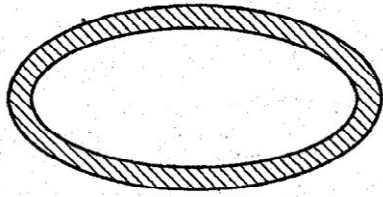


FIG. 1f

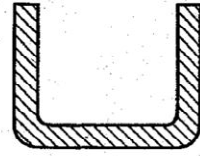


FIG. 1g

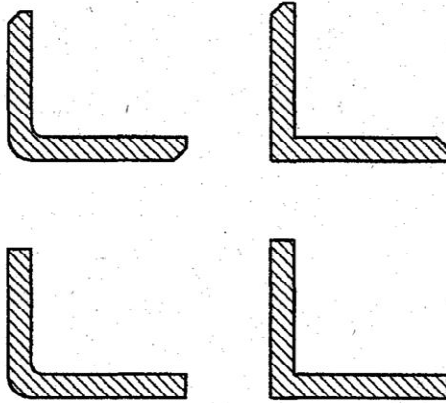


FIG. 1h



FIG. 1i

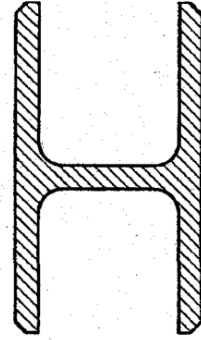


FIG. 1j

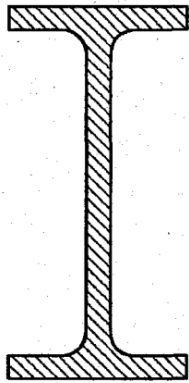


FIG. 1k

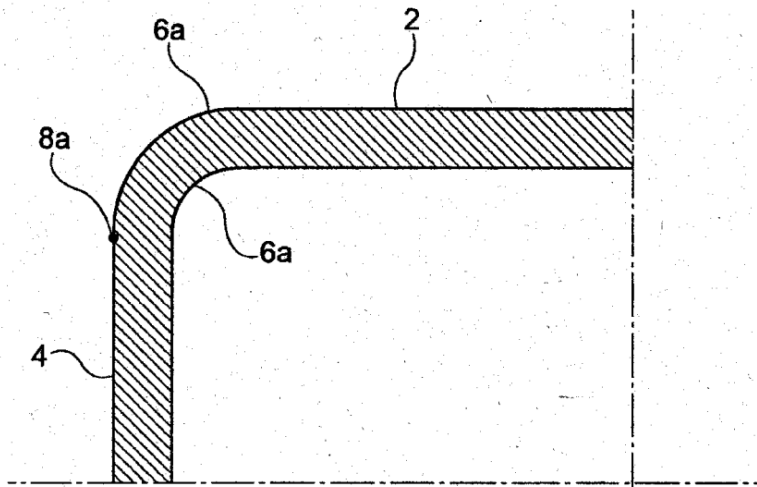


FIG. 2a

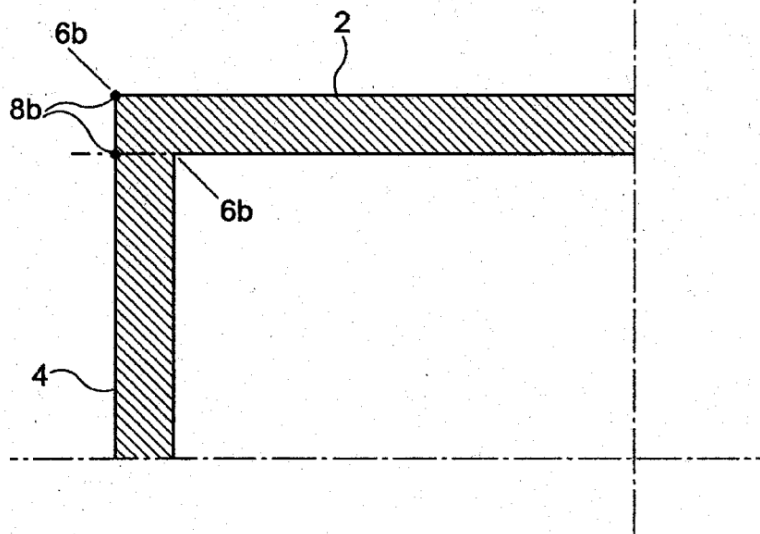


FIG. 2b

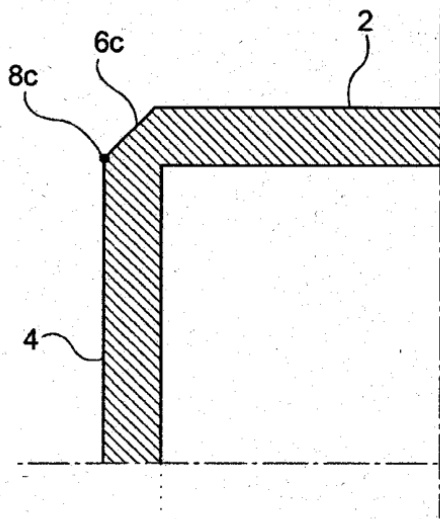


FIG. 2c

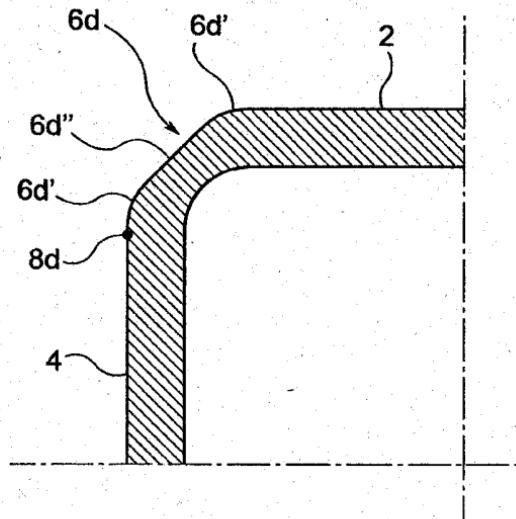


FIG. 2d

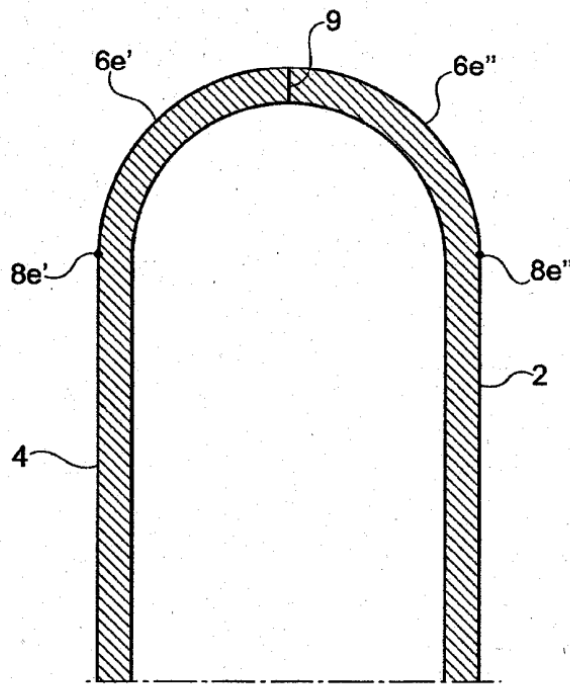


FIG. 2e

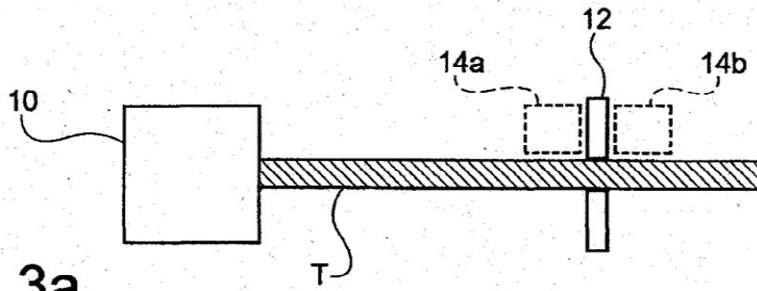


FIG. 3a

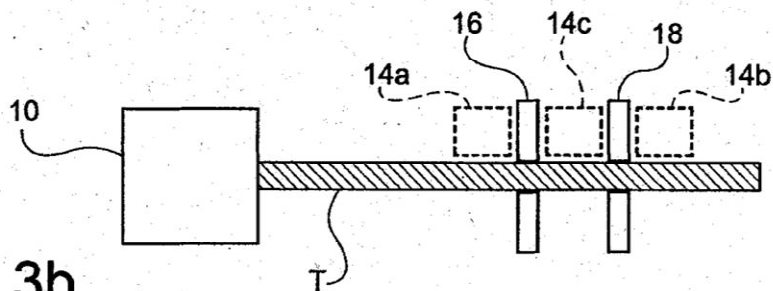


FIG. 3b

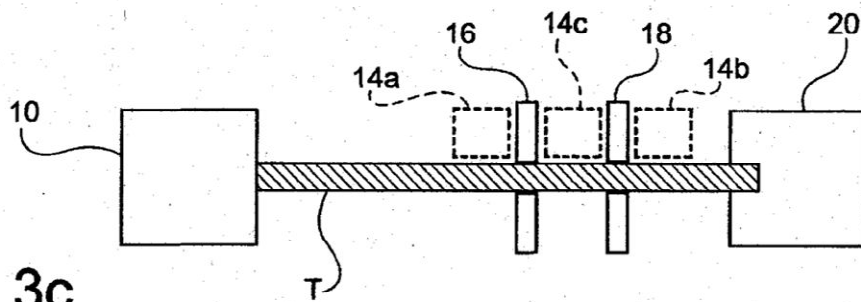


FIG. 3c

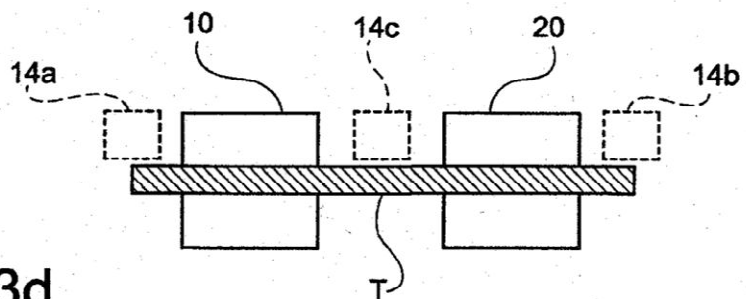


FIG. 3d

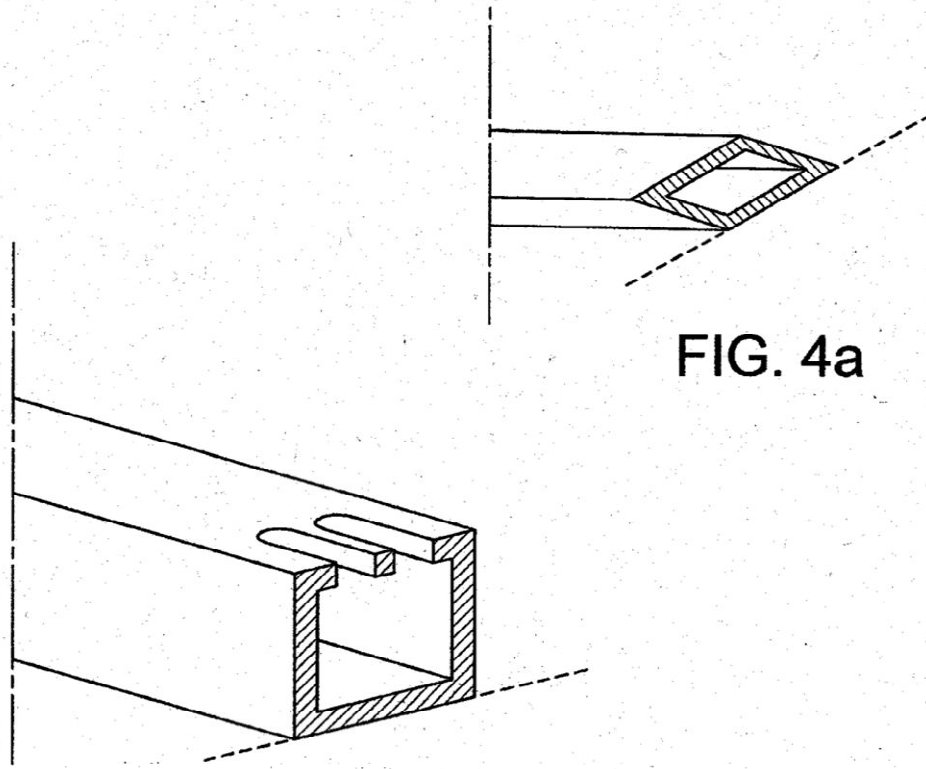


FIG. 4a

FIG. 4b

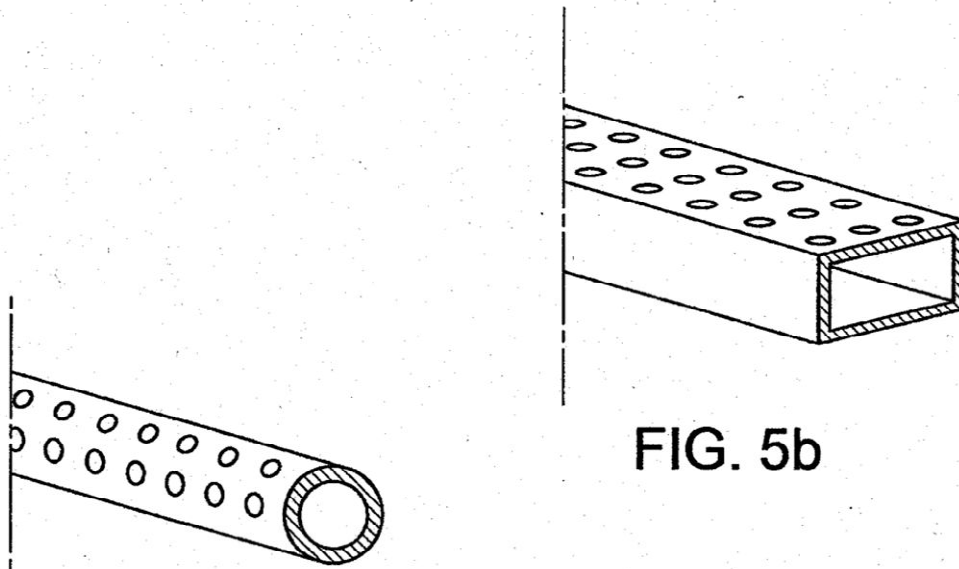


FIG. 5b

FIG. 5a

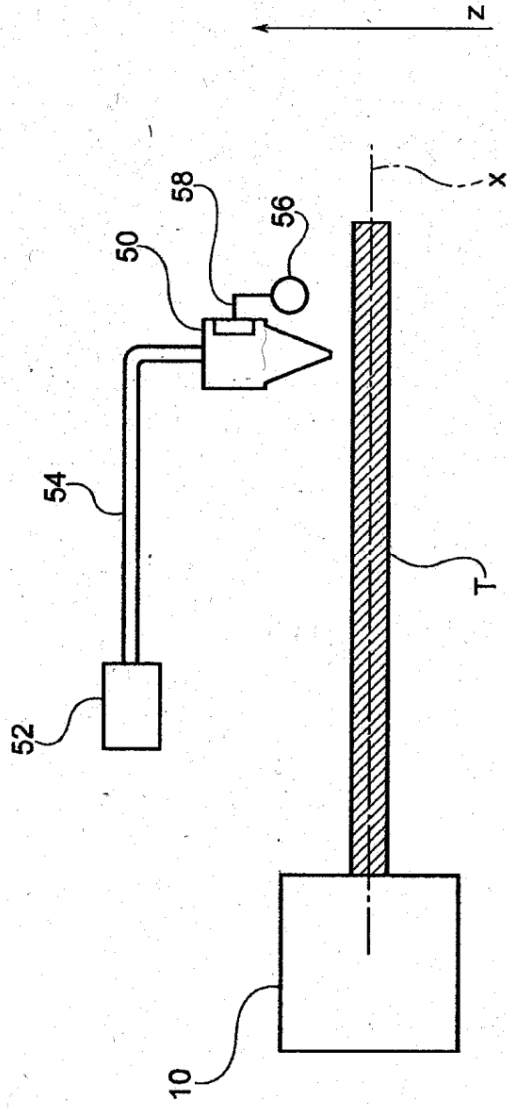


FIG. 6

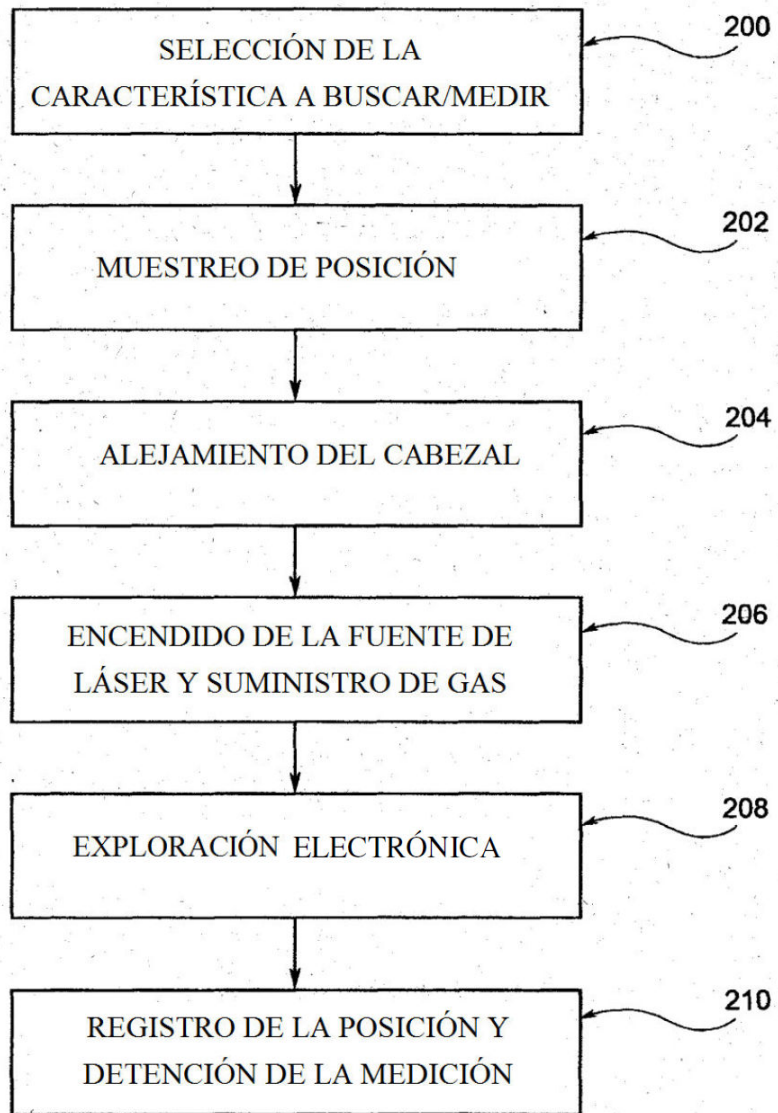


FIG. 7

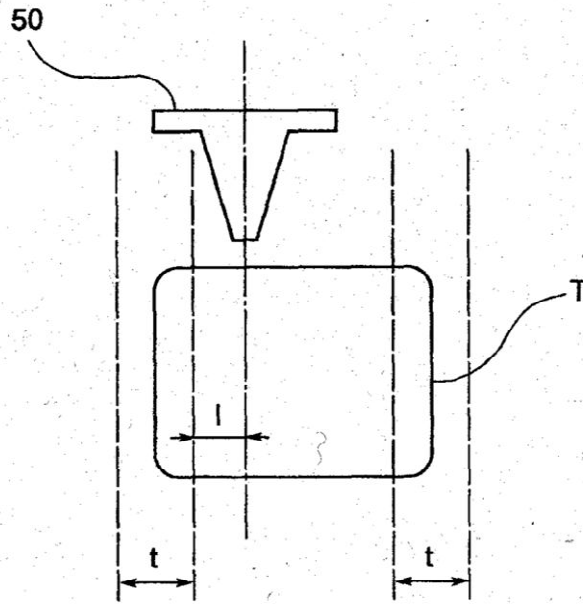


FIG. 8a

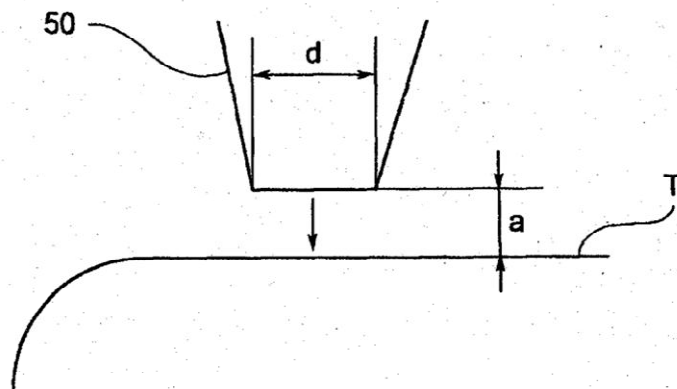


FIG. 8b