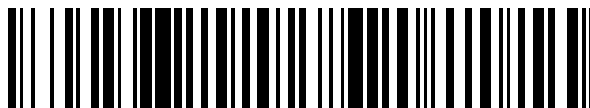


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 112**

21 Número de solicitud: 201230582

51 Int. Cl.:

G01N 27/82

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

19.04.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.10.2013

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA (100.0%)
Campus de Arrosadía
31006 PAMPLONA (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**CASTELLANO ALDAVE, Jesús Carlos;
CARLOSENA GARCÍA, Alfonso y
LÓPEZ MARTÍN, Antonio Jesús**

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

54 Título: **Método y dispositivo para detectar discontinuidades estructurales y uso de dicho método para el guiado de un equipo de soldadura automático**

57 Resumen:

Método y dispositivo para detectar discontinuidades estructurales y uso de dicho método para el guiado de un equipo de soldadura automático.

El método comprende detectar discontinuidades estructurales, mediante la detección y análisis de señales electromagnéticas obtenidas al escanear un objeto con uno o más sensores haciendo girar al sensor o sensores sobre la discontinuidad estructural, para realizar, con un mismo sensor, dos o más detecciones de diferentes zonas de la discontinuidad estructural a lo largo de la circunferencia o porción circunferencial que describe la trayectoria del sensor durante el giro.

El uso del método es para el guiado de un equipo de soldadura automático.

El dispositivo incluye, entre otros, un cabezal rotatorio (H) con uno o varios sensores electromagnéticos (S1-S4) a diferentes distancias radiales respecto a su eje de giro (A), unos medios de análisis para analizar las señales suministradas por los sensores (S1-S4), y unos medios de control para controlar a los diferentes elementos del dispositivo según el método de la invención.

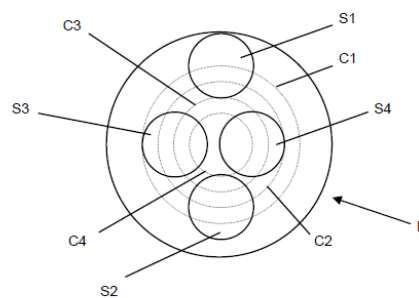


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para detectar discontinuidades estructurales y uso de dicho método para el guiado de un equipo de soldadura automático

Sector de la técnica

La presente invención concierne en general, en un primer aspecto, a un método para detectar discontinuidades estructurales, mediante la detección y análisis de señales electromagnéticas obtenidas al escanear un objeto con uno o más sensores, y más particularmente a un método que comprende hacer girar al sensor o sensores para realizar, con un mismo sensor, dos o más detecciones de diferentes zonas de la discontinuidad estructural a lo largo de la circunferencia o porción circunferencial que describe la trayectoria del sensor durante el giro.

Un segundo aspecto de la invención concierne a un uso del método del primer aspecto para el guiado de un equipo de soldadura automático.

Un tercer aspecto de la invención concierne a un dispositivo para detectar discontinuidades estructurales, que implementa el método del primer aspecto.

Estado de la técnica anterior

Son conocidos diversos métodos y dispositivos para la detección, no invasiva o sin contacto, de discontinuidades en la estructura superficial o próxima a la superficie de materiales metálicos, magnéticos y no magnéticos, o de otro tipo. Las discontinuidades a detectar pueden ser fisuras, huecos, elementos contaminantes o de otra índole, provocadas por unas u otras causas.

Tales dispositivos también son conocidos como seguidores.

Existen en la actualidad seguidores basados en palpadores mecánicos, sensores electromagnéticos y sistemas de visión artificial.

Los principales inconvenientes asociados a los sistemas mecánicos son:

- Limitación dimensional para surcos estrechos (<1mm)
- Imposibilidad de seguimiento cuando existen spots de pre-soldadura
- Fragilidad del captador (Contacto mecánico de piezas sensibles)
- Enclavamientos frecuentes del captador salvo en circunstancias muy favorables

Los principales inconvenientes asociados a los sistemas electromagnéticos convencionales son:

- Posibilidad de pérdida del seguimiento. Especialmente en los que utilizan una detección puntual de la costura con correcciones constantes del seguimiento cuando se apartan de la misma. Son sistemas inoperantes cuando existen spots de presoldadura (puntos de fijación previos) al no detectar discontinuidad alguna o detectarla de forma confusa. El spot se interpreta como una aparente continuidad del metal.
- Baja resolución en los sistemas basados en multipuntos. Funcionan por interpolación entre puntos de medida de una configuración matricial de sensores. Dado el tamaño físico de éstos, existen limitaciones en la distancia mínima de separación y por ende en la resolución obtenida.

Los principales inconvenientes asociados a los sistemas de visión artificial son:

- Funcionamiento errático con materiales reflectantes

Entre los métodos y dispositivos más utilizados se encuentran los basados en la utilización de sensores de corrientes inducidas que detectan la influencia que un campo magnético aplicado sobre el objeto poseedor de tal discontinuidad tiene sobre el mismo.

En la solicitud internacional WO9904253A1 se propone una sonda por corrientes de "Foucault" que incluye una serie de sensores dispuestos según una trayectoria circunferencial alrededor de la bobina de excitación, coaxialmente respecto a la misma. La sonda se utiliza para inspeccionar el interior de un tubo, detectando los sensores la componente radial del campo magnético producido por las corrientes inducidas en la pared interior del tubo. No se propone hacer girar a la sonda durante la inspección del tubo.

En la solicitud WO2011/086414A1 se propone una sonda o dispositivo sensor de corrientes inducidas y un método de inspección de piezas utilizando al dispositivo. El dispositivo incluye un grupo de excitación formado por una bobina principal y una pluralidad de bobinas secundarias dispuestas alrededor de la bobina principal, y

un grupo de detección que detecta una señal de detección relativa a la corriente inducida en la pieza en respuesta a una señal de excitación aplicada por parte del grupo de excitación.

En la realización descrita con referencia a la Fig. 21 de WO2011/086414A1, el dispositivo incluye una pluralidad de sensores dispuestos en este caso alrededor de la pared externa cilíndrica del dispositivo, distanciados a intervalos fijos en el sentido axial del cilindro que constituye el cuerpo principal del dispositivo, y el dispositivo se utiliza para inspeccionar el interior de un tubo u orificio, introduciéndose en el mismo mientras gira sobre su eje, es decir combinando dos tipos de desplazamientos: uno axial y uno giratorio. Esta disposición se utiliza para inspeccionar la pared interior de un tubo u orificio, y no para inspección superficial de una pieza dispuesta por debajo de la punta del dispositivo.

Para llevar a cabo tal inspección superficial, en WO2011/086414A1 se proponen diversas realizaciones, una de las cuales se encuentra ilustrada en sus Figs. 20A y 20B, para la cual el dispositivo incluye varios sensores dispuestos en diferentes circunferencias coplanarias concéntricas en el extremo o punta del dispositivo, en un plano paralelo al de la pieza a escanear, unos en vertical y otros en horizontal, con el fin de realizar un escaneado superficial de una pieza dispuesta por debajo de la punta del dispositivo. Para esta realización no se propone hacer girar al dispositivo para realizar la inspección, por lo que cada sensor detecta desde una posición espacial fija.

Explicación de la invención

Aparece necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra las lagunas halladas en el mismo, en particular las existentes en los métodos y dispositivos de detección de discontinuidades estructurales mediante el comentado escaneado superficial de una pieza dispuesta bajo los sensores utilizados por los mismos.

Con tal fin, la presente invención concierne, en un primer aspecto, a un método para detectar discontinuidades estructurales, que comprende, de manera en sí conocida:

a) aplicar una señal de excitación electromagnética a un objeto;

b) disponer sobre como mínimo una superficie de dicho objeto, sin llegar a contactar, al menos un sensor electromagnético;

c) detectar, mediante dicho sensor, una señal electromagnética de respuesta de dicho objeto a dicha señal de excitación, y

d) analizar la señal de detección generada por dicho sensor, que es al menos uno, en respuesta a dicha detección de la etapa c), para detectar al menos una discontinuidad estructural en dicho objeto en función del resultado de dicho análisis.

A diferencia de los métodos conocidos, el propuesto por el primer aspecto de la invención comprende, de manera característica:

- durante la etapa c):

- hacer girar al sensor sobre el objeto, alrededor de un eje de giro distanciado un cierto radio del sensor y transversal a la superficie del objeto,

- realizar, durante dicho giro, como mínimo dos detecciones para dos puntos o zonas distintas de dicha discontinuidad estructural en dos correspondientes ubicaciones del sensor, que es al menos uno, a lo largo de la circunferencia o porción circunferencial que describe su trayectoria durante dicho giro, y

- utilizar dichas detecciones, que son al menos dos, en el análisis de dicha etapa d).

Para un ejemplo de realización preferido, la etapa b) del método comprende disponer sobre dicha superficie del objeto, sin llegar a contactar, una pluralidad de sensores electromagnéticos distribuidos en diferentes circunferencias concéntricas cuyo centro geométrico es dicho eje de giro, y el método comprende, durante la etapa c), hacer girar a dicha pluralidad de sensores, sobre el objeto, alrededor del eje de giro, y realizar, durante dicho giro, diversas detecciones, con como mínimo parte de la pluralidad de sensores, para diferentes zonas de la discontinuidad estructural para unas correspondientes ubicaciones de los sensores a lo largo de sus respectivas circunferencias o porciones circunferenciales que describen sus trayectorias durante dicho giro.

El método comprende utilizar en el análisis de la etapa d) información posicional, angular y radial, de cada una de las detecciones realizadas con los sensores, para posicionar de manera unívoca cada zona detectada de la discontinuidad estructural con una correspondiente posición del sensor que se corresponde con dicha

información radial para el ángulo de giro indicado por dicha información angular, determinándose así las coordenadas posicionales de las distintas zonas de la discontinuidad estructural tomando como referencia las de los sensores.

- 5 El método comprende llevar a cabo dicho giro para al menos parte de una vuelta completa, en general para una o más vueltas completas.

De acuerdo con un ejemplo de realización, el método comprende llevar a cabo dicho giro en rotación continua.

- 10 Según un ejemplo de realización, el método comprende obtener una ecuación que describe la línea formada por las zonas o puntos detectados de la discontinuidad estructural, a partir del análisis de la etapa d), por ejemplo por medio de un algoritmo adecuado para tal fin.

- 15 Aunque el método no está limitado a ningún tipo de línea en particular, para un ejemplo de realización preferido ésta es una línea recta.

- 20 Según un ejemplo de realización preferido, la etapa b) del método comprende disponer a parte o, preferentemente, la totalidad de la pluralidad de sensores en un plano paralelo, o sustancialmente paralelo, a una superficie del objeto que incluye a la discontinuidad estructural o se encuentra próxima a la misma, aunque para otros ejemplos de realización no tan preferidos se disponen los sensores en un plano no necesariamente paralelo a la superficie del objeto.

- 25 Para otro ejemplo de realización, la etapa b) comprende disponer a parte de la pluralidad de sensores en un primer plano y a otra parte de la pluralidad de sensores en un segundo plano paralelo a dicho primer plano.

- Por lo que se refiere al objeto, para un ejemplo de realización éste está formado por dos o más piezas a soldar distanciadas entre sí a lo largo de una línea de separación sobre la que realizar la soldadura, constituyendo dicha línea de separación la discontinuidad estructural a detectar.

- 30 Según un ejemplo de realización, el método comprende notificar a un equipo de soldadura automático la forma y coordenadas de dicha línea de separación, para que éste memorice las coordenadas y guíe la antorcha o electrodo por los puntos memorizados.

- 35 Para otros ejemplos de realización, la discontinuidad estructural es una línea de soldadura ya realizada, inspeccionándose la misma con fines de control de calidad o mantenimiento.

Según otros ejemplos de realización, la discontinuidad estructural es una fisura, un hueco, elementos contaminantes, o una combinación de los mismos.

- 40 La etapa b) del método de la invención comprende disponer al sensor o sensores a una distancia determinada respecto al objeto (en general entre 1 y 10 mm), seleccionada en función de como mínimo el tipo de material del que está constituido el objeto.

- 45 El método comprende seleccionar los radios de las circunferencias concéntricas en función del ancho de la discontinuidad estructural, disponiendo los sensores a una distancia radial mayor cuanto mayor sea el ancho de la discontinuidad, para que los sensores puedan discernir, en sus distintas posiciones durante el giro, entre las zonas que pertenecen a la discontinuidad estructural y las zonas adyacentes.

- 50 Para un ejemplo de realización dicha selección de radios se lleva a cabo simplemente utilizando uno u otro cabezal de entre una pluralidad de cabezales disponibles con sensores dispuestos a diferentes radios, decidiendo qué cabezal utilizar a priori, teniendo en cuenta el ancho esperado de la discontinuidad estructural a detectar.

- 55 Para un ejemplo de realización preferido el objeto es metálico, magnético o no magnético, aunque según sea el tipo de sensores utilizados, para otros ejemplos de realización, el material del objeto puede ser otro, tal como un material de plástico.

- Según un ejemplo de realización preferido, aplicado a objetos metálicos, el sensor o sensores son unos sensores electromagnéticos, y dicha señal de excitación de la etapa a) es o genera un campo magnético.

- 60 Según una implementación de dicho ejemplo de realización, para el cual el sensor o sensores electromagnéticos se encargan también de realizar la etapa a), el método comprende excitar al sensor o sensores electromagnéticos con una corriente eléctrica determinada para generar el campo magnético de la etapa a), el cual se ve afectado por diversos factores, como la permeabilidad magnética, la conductividad eléctrica y las corrientes inducidas del objeto, que producen una alteración en la impedancia o en las pérdidas magnéticas o en
- 65

ambos parámetros del sensor, siendo dicha alteración la señal fuente para el análisis del comportamiento electromagnético del objeto, referida anteriormente como señal de detección de la etapa d).

Para otro ejemplo de realización, los sensores son unos sensores lumínicos, la señal de excitación de la etapa a) es una señal de luz, tal como luz láser, y la señal de respuesta del objeto detectada en la etapa c) es una señal resultante de la incidencia de dicha señal de luz en el objeto.

Un segundo aspecto de la invención concierne a un uso de un método según el primer aspecto para el guiado de un equipo de soldadura automático.

Un tercer aspecto de la invención concierne a un dispositivo para detectar discontinuidades estructurales, que comprende:

- un cabezal rotatorio con:

- un emisor electromagnético configurado para emitir una señal de excitación electromagnética a un objeto al disponer el cabezal sobre el mismo, tal como una señal en forma de pulso electromagnético; y

- uno o más sensores electromagnéticos ubicados próximos o en el extremo libre del cabezal, a una o más distancias radiales respecto al eje de giro del cabezal, para ubicarse sobre una superficie del objeto, sin llegar a contactar, al disponer el cabezal sobre el mismo;

- unos medios de detección que incluyen a dicho o dichos sensores y están configurados para detectar una señal, electromagnética, de respuesta del objeto a la señal de excitación, y

- unos medios de análisis, en conexión con los medios de detección, y configurados para analizar la señal de detección generada por el sensor o sensores, en respuesta a la detección o detecciones realizadas por el mismo o los mismos, para detectar como mínimo una discontinuidad estructural en el objeto en función del resultado del análisis.

De manera característica, el dispositivo comprende unos medios de control configurados para:

- controlar al cabezal para disponer su extremo libre sobre la superficie del objeto quedando su eje de giro en una disposición transversal respecto a la misma (preferentemente perpendicular), y para hacerlo girar, y con él al sensor o sensores, sobre el objeto, alrededor del eje de giro,

- controlar a los medios de detección para realizar, durante dicho giro, con dicho sensor o como mínimo uno de dichos sensores, dos o más detecciones para dos puntos o zonas distintas de la discontinuidad estructural en dos correspondientes ubicaciones del sensor a lo largo de la circunferencia o porción circunferencial que describe su trayectoria durante el giro, y

- controlar a los medios de análisis para que utilicen dichas detecciones en el análisis para detectar dicha discontinuidad estructural en el objeto.

El dispositivo propuesto por el tercer aspecto de la invención implementa el método del primer aspecto, controlando los medios de control al cabezal para hacerlo girar, al emisor electromagnético, al sensor o sensores electromagnéticos, a los medios de detección y a los medios de análisis, para realizar las etapas a) a d) del método.

En función del ejemplo de realización, el emisor electromagnético y el sensor electromagnético son elementos independientes o son un mismo elemento que realiza ambas funciones, la de emitir la señal de excitación electromagnética y la de detectar la señal electromagnética de respuesta.

El objeto de la invención es la detección no invasiva de discontinuidades en la estructura superficial o próxima a la superficie de materiales metálicos magnéticos y no magnéticos.

Las discontinuidades a detectar pueden ser fisuras, huecos, poros, contaminación u otras causas.

El método de la invención también puede utilizarse, para unos ejemplos de realización, para control de calidad en láminas de metales y medición de espesores.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos, que deben tomarse a título ilustrativo y no limitativo, en los que:

la Fig. 1 es una vista esquemática de parte del dispositivo propuesto por el tercer aspecto de la invención, que incluye la disposición de cuatro sensores en la punta de un cabezal del mismo, ubicados a cuatro respectivas distancias radiales del eje de giro del cabezal, para un ejemplo de realización, donde se han ilustrado las trayectorias circunferenciales que siguen los sensores al girar el cabezal sobre su eje;

la Fig. 2 es otra vista esquemática que muestra al cabezal dispuesto sobre la discontinuidad estructural de un objeto, y muestra los diferentes puntos detectados en diferentes puntos de las trayectorias circunferenciales seguidas por los sensores (que no se han ilustrado en esta figura) durante un giro del cabezal sobre su eje, para un ejemplo de realización;

las Figs. 3a a 3f muestran esquemáticamente al cabezal en diferentes situaciones de giro en las que se detectan más o menos puntos de diferentes discontinuidades estructurales en forma de líneas de distintas orientaciones con cada uno de los sensores ilustrados dispuestos por encima de las discontinuidades, para unos ejemplos de realización; y

la Fig. 4 es una vista seccionada en alzado de una bobina utilizada como sensor electromagnético en el método y el dispositivo propuestos por la presente invención, para un ejemplo de realización.

Descripción detallada de unos ejemplos de realización

En las Figs. 1 y 2 se ilustra esquemáticamente a parte del dispositivo propuesto por el tercer aspecto de la invención, en particular se ilustra al extremo libre o punta del cabezal rotatorio H con cuatro emisores/sensores electromagnéticos S1-S4 ubicados a diferentes distancias radiales respecto al eje de giro A (ver Fig. 2) del cabezal H, para ubicarse sobre una superficie del objeto O (ilustrado en la Fig. 1), sin llegar a contactar, al disponer el cabezal H sobre el mismo.

Al girar el cabezal H alrededor del eje A, según el método del primer aspecto de la invención, los sensores S1-S4 describen unas trayectorias circunferenciales C1-C4, durante las cuales realizan una o más detecciones de la discontinuidad estructural L.

En el ejemplo de realización de la Fig. 2 (en la cual no se han ilustrado los sensores para que puedan apreciarse mejor las zonas detectadas por ellos) cada sensor ha detectado dos zonas de la línea L durante un giro según la dirección indicada por la flecha G, en particular el sensor S1 ha detectado los puntos D1 y D8, el sensor S2 ha detectado los puntos D2 y D7, el sensor S3 ha detectado los puntos D3 y D6 y el sensor S4 ha detectado los puntos D4 y D5.

En las Figs. 3a a 3f se muestra al cabezal en diferentes situaciones de giro en las que se detectan más o menos puntos de líneas L de distintas orientaciones con cada uno de los sensores S1-S4, habiéndose ilustrado cada punto detectado mediante un pequeño círculo con una cruz en su interior. A diferencia de la Fig. 2, en estas Figs. 3a a 3f, cada sensor no detecta dos puntos de la línea L, sino uno, más de uno o ninguno, en función del tipo de línea y de la posición relativa del cabezal H respecto a la misma. Por ejemplo en la Fig. 3f se han detectado seis puntos de la línea L mediante el sensor S3 (ver Fig. 1 para comprobar la denominación de los cuatro sensores ilustrados).

En dichas Fig. 3a a 3f se ha ilustrado una estructura de referencia R, respecto a la cual el cabezal H es desplazable linealmente, según la flecha X, con el fin de centrarlo sobre la línea L, en general manteniéndolo girando alrededor de su eje A.

Finalmente, en la Fig. 4, se ilustra una implementación de cada uno de los sensores electromagnéticos S1-S4, para la que éste es una bobina con un núcleo de ferrita con una parte Nv en forma de vaso y una parte Nc en forma de cilindro que se extiende desde el fondo de la parte en forma de vaso Nv hasta más allá del borde de la pared envolvente que conforma el vaso, y un conjunto de espiras E enrolladas alrededor de al menos parte de dicho cilindro Nc, y que finaliza en sendos terminales T1, T2.

Con esta particular configuración de bobina, se obtiene una mayor concentración de líneas de flujo magnético, por lo que el campo de detección es más puntual (con un ancho W) que el que se obtiene mediante bobinas de tipo convencional.

Un experto en la materia podría introducir cambios y modificaciones en los ejemplos de realización descritos sin salirse del alcance de la invención según está definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Método para detectar discontinuidades estructurales, del tipo que comprende:

- 5 a) aplicar una señal de excitación electromagnética a un objeto;
- b) disponer sobre al menos una superficie de dicho objeto, sin llegar a contactar, al menos un sensor electromagnético;
- 10 c) detectar, mediante dicho sensor, que es al menos uno, una señal, electromagnética, de respuesta de dicho objeto a dicha señal de excitación, y
- d) analizar la señal de detección generada por dicho sensor, que es al menos uno, en respuesta a dicha detección de la etapa c), para detectar al menos una discontinuidad estructural en dicho objeto en función del resultado de dicho análisis;

estando el método **caracterizado** porque comprende:

- durante dicha etapa c):

- 20 - hacer girar a dicho sensor, que es al menos uno, sobre el objeto, alrededor de un eje de giro distanciando un cierto radio del sensor y transversal a dicha superficie del objeto, que es al menos una,
- 25 - realizar, durante dicho giro, al menos dos detecciones para dos puntos o zonas distintas de dicha discontinuidad estructural en dos correspondientes ubicaciones del sensor, que es al menos uno, a lo largo de la circunferencia o porción circunferencial que describe su trayectoria durante dicho giro, y
- 30 - utilizar dichas detecciones, que son al menos dos, en el análisis de dicha etapa d).

2.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha etapa b) comprende disponer sobre al menos dicha superficie del objeto, sin llegar a contactar, una pluralidad de sensores electromagnéticos distribuidos en diferentes circunferencias concéntricas cuyo centro geométrico es dicho eje de giro, y porque el método comprende, durante la etapa c), hacer girar a dicha pluralidad de sensores, sobre el objeto, alrededor de dicho eje de giro, y realizar, durante dicho giro, diversas detecciones, con al menos parte de dicha pluralidad de sensores, para diferentes zonas de la discontinuidad estructural para unas correspondientes ubicaciones de los sensores a lo largo de sus respectivas circunferencias o porciones circunferenciales que describen sus trayectorias durante dicho giro.

3.- Método según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende utilizar en el análisis de la etapa d) información posicional, angular y radial, de cada una de las detecciones realizadas con los sensores.

4.- Método según la reivindicación 3, caracterizado porque comprende obtener una ecuación que describe la línea formada por las zonas o puntos detectados de la discontinuidad estructural, a partir del análisis de la etapa d).

5.- Método según la reivindicación 4, caracterizado porque dicha línea es una recta.

6.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado porque la etapa b) comprende disponer a al menos parte de la pluralidad de sensores en un plano paralelo a una superficie del objeto que incluye a la discontinuidad estructural o se encuentra próxima a la misma.

7.- Método según la reivindicación 6, caracterizado porque la etapa b) comprende disponer a parte de la pluralidad de sensores en un primer plano y a otra parte de la pluralidad de sensores en un segundo plano paralelo a dicho primer plano.

8.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho objeto está formado por al menos dos piezas a soldar distanciadas entre sí a lo largo de una línea de separación sobre la que realizar la soldadura, constituyendo dicha línea de separación dicha discontinuidad estructural.

9.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la etapa b) comprende disponer al sensor o sensores a una distancia determinada respecto al objeto, seleccionada en función de al menos el tipo de material del que está constituido el objeto.

10.- Método según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende seleccionar los radios de dichas circunferencias concéntricas en función del ancho de la discontinuidad estructural, para que los sensores puedan discernir, en sus distintas posiciones durante el giro, entre las zonas que pertenecen a la discontinuidad estructural y las zonas adyacentes.

11.- Método según la reivindicación 9, caracterizado porque comprende notificar a un equipo de soldadura automático la forma y coordenadas de dicha línea de separación.

12.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho objeto es metálico.

13.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque dicho objeto es de un material de plástico.

14.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende llevar a cabo dicho giro para al menos parte de una vuelta completa.

15.- Método según la reivindicación 14, caracterizado porque comprende llevar a cabo dicho giro en rotación continua.

16.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha discontinuidad estructural es al menos una del grupo formado por las siguientes discontinuidades estructurales: línea de separación entre dos piezas por las que soldarlas, línea de soldadura, fisura, hueco, elementos contaminantes, o una combinación de las mismas.

17.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho o dichos sensores es o son unos sensores electromagnéticos, y porque dicha señal de excitación de la etapa a) es o genera un campo magnético.

18.- Método según la reivindicación 17, caracterizado porque comprende excitar a dicho o dichos sensores electromagnéticos con una corriente eléctrica determinada para generar dicho campo magnético de la etapa a), el cual se ve afectado por diversos factores que producen una alteración en la impedancia o en las pérdidas magnéticas o en ambos parámetros del sensor, siendo dicha alteración la señal fuente para el análisis del comportamiento electromagnético del objeto, o señal de detección de la etapa d).

19.- Método según la reivindicación 18, caracterizado porque dichos factores incluyen la permeabilidad magnética, la conductividad eléctrica y las corrientes inducidas del objeto.

20.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque dichos sensores son unos sensores lumínicos y dicha señal de excitación de la etapa a) es una señal de luz.

21.- Método según la reivindicación 20, caracterizado porque dicha luz es una luz láser.

22.- Uso de un método según la reivindicación 11, para el guiado de un equipo de soldadura automático.

23.- Dispositivo para detectar discontinuidades estructurales, del tipo que comprende:

- un cabezal rotatorio (H) con:

- un emisor electromagnético configurado para emitir una señal de excitación electromagnética a un objeto (O) al disponer el cabezal (H) sobre el mismo; y

- al menos un sensor electromagnético (S1-S4) ubicado próximo o en el extremo libre de dicho cabezal (H), y distanciado un cierto radio respecto al eje de giro (A) de dicho cabezal (H), para ubicarse sobre al menos una superficie del objeto (O), sin llegar a contactar, al disponer el cabezal (H) sobre el mismo;

- unos medios de detección que incluyen a dicho sensor (S1-S4), que es al menos uno, y están configurados para detectar una señal, electromagnética, de respuesta de dicho objeto (O) a dicha señal de excitación, y

- unos medios de análisis, en conexión con dichos medios de detección, y configurados para analizar la señal de detección generada por dicho sensor (S1-S4), que es al menos uno, en respuesta a la detección realizada por el mismo, para detectar al menos una discontinuidad estructural (L) en dicho objeto (O) en función del resultado de dicho análisis;

estando el dispositivo **caracterizado** porque comprende unos medios de control configurados para:

- controlar al cabezal (H) para disponer su extremo libre sobre dicha superficie del objeto (O) quedando su eje de giro (A) en una disposición transversal respecto a la misma, y para hacerlo girar, y con él a dicho sensor (S1-S4), que es al menos uno, sobre el objeto (O), alrededor de dicho eje de giro (A),

- controlar a los medios de detección para realizar, durante dicho giro, al menos dos detecciones (D1, D8; D2, D7; D3, D6; D4, D5) para dos puntos o zonas distintas de dicha discontinuidad estructural en dos correspondientes ubicaciones del sensor (S1-S4), que es al menos uno, a lo largo de la circunferencia (C1-C4), o porción circunferencial que describe su trayectoria durante dicho giro, y

- controlar a dichos medios de análisis para que utilicen dichas detecciones (D1, D8; D2, D7; D3, D6; D4, D5), que son al menos dos, en el análisis para detectar al menos dicha discontinuidad estructural (L) en dicho objeto (O).

24.- Dispositivo según la reivindicación 23, caracterizado porque implementa el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, controlando los medios de control al cabezal (H) para hacerlo girar, a dicho emisor electromagnético, que es al menos uno, a dicho sensor electromagnético (S1-S4), que es al menos uno, a dichos medios de detección y a dichos medios de análisis, para realizar las etapas a) a d) del método.

25.- Dispositivo según la reivindicación 23 ó 24, caracterizado porque al menos dicho sensor electromagnético (S1-S4) es una bobina con un núcleo de ferrita con una parte (Nv) en forma de vaso y una parte (Nc) en forma de cilindro que se extiende desde el fondo de la parte en forma de vaso (Nv) hasta más allá del borde de la pared envolvente que conforma el vaso, y un conjunto de espiras (E) enrolladas alrededor de al menos parte de dicho cilindro (Nc).

26.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 23 a 25, caracterizado porque dicho emisor electromagnético y dicho sensor electromagnético son un mismo elemento (S1-S4) que realiza ambas funciones, la de emitir dicha señal de excitación electromagnética y la de detectar dicha señal electromagnética de respuesta.

27.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 23 a 25, caracterizado porque dicho emisor electromagnético y dicho sensor electromagnético (S1-S4) son elementos independientes entre sí.

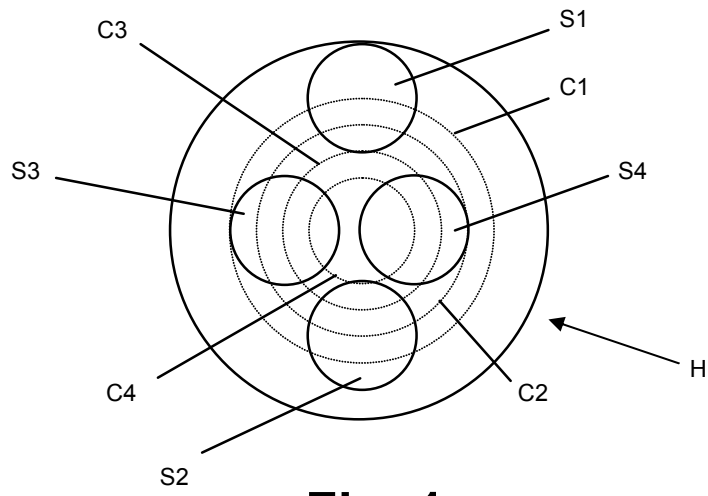


Fig. 1

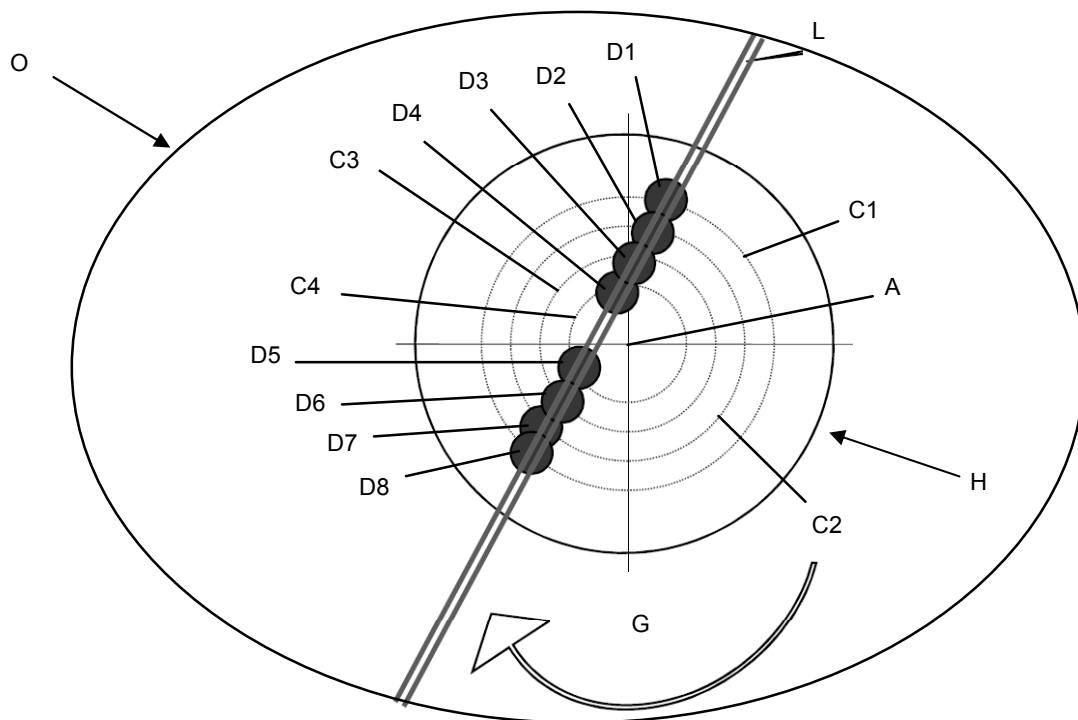


Fig. 2

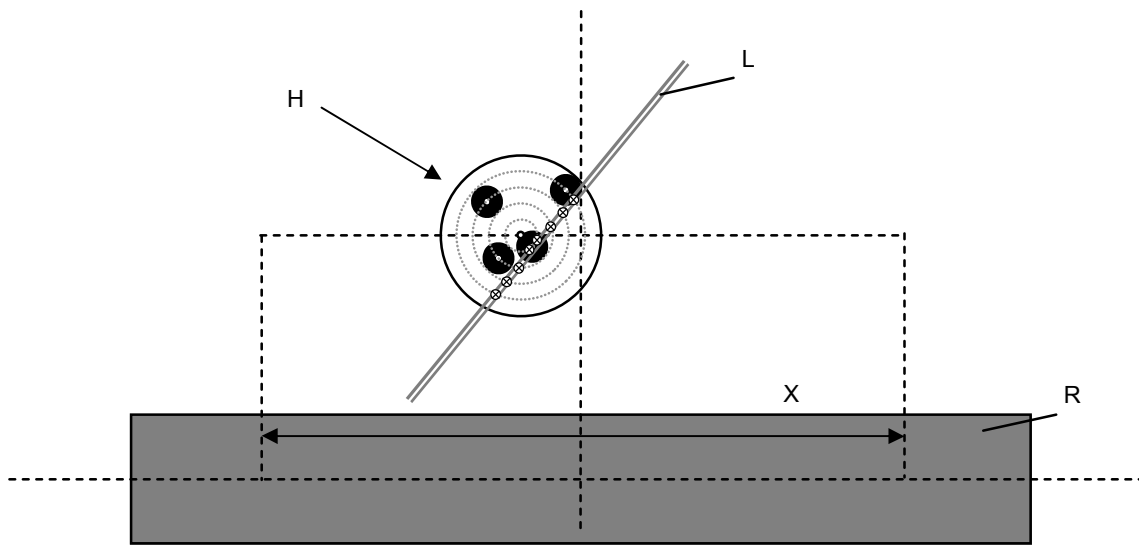


Fig. 3a

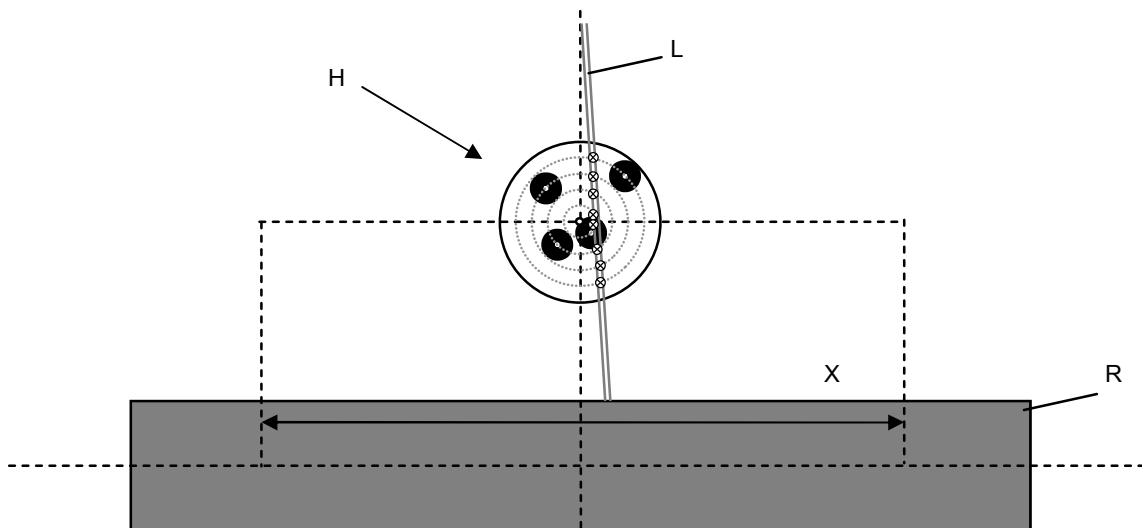


Fig. 3b

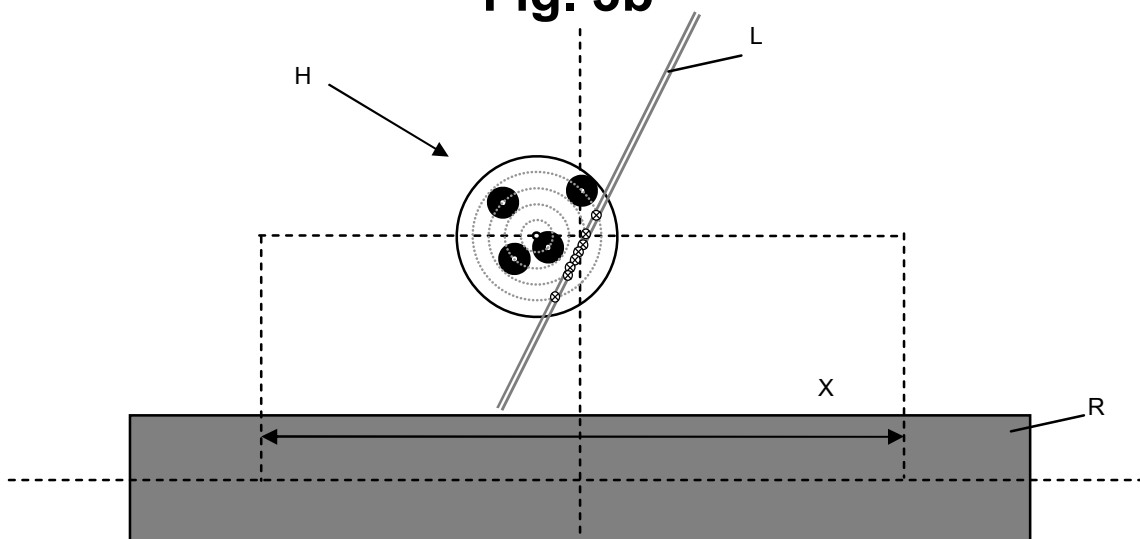


Fig. 3c

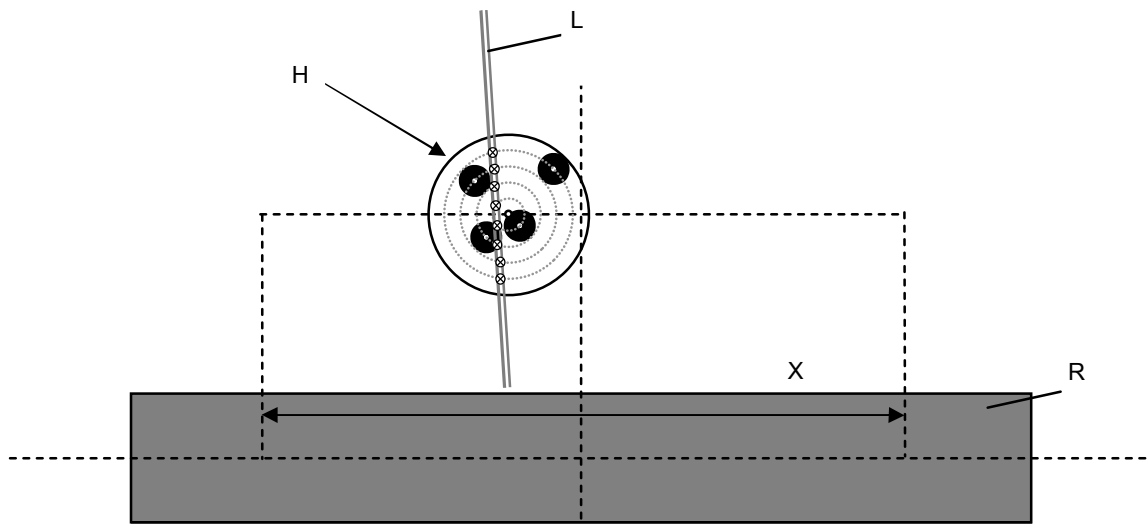


Fig. 3d

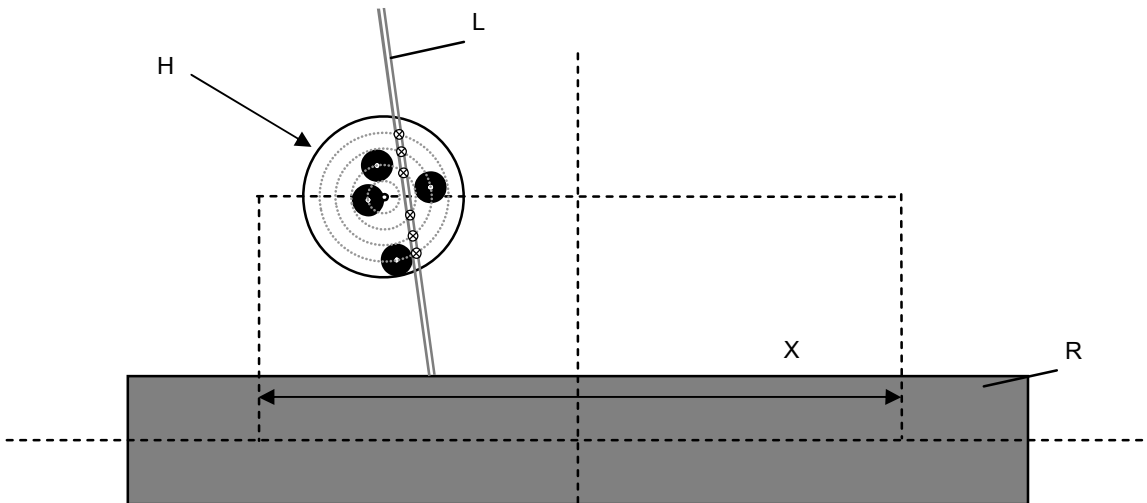


Fig. 3e

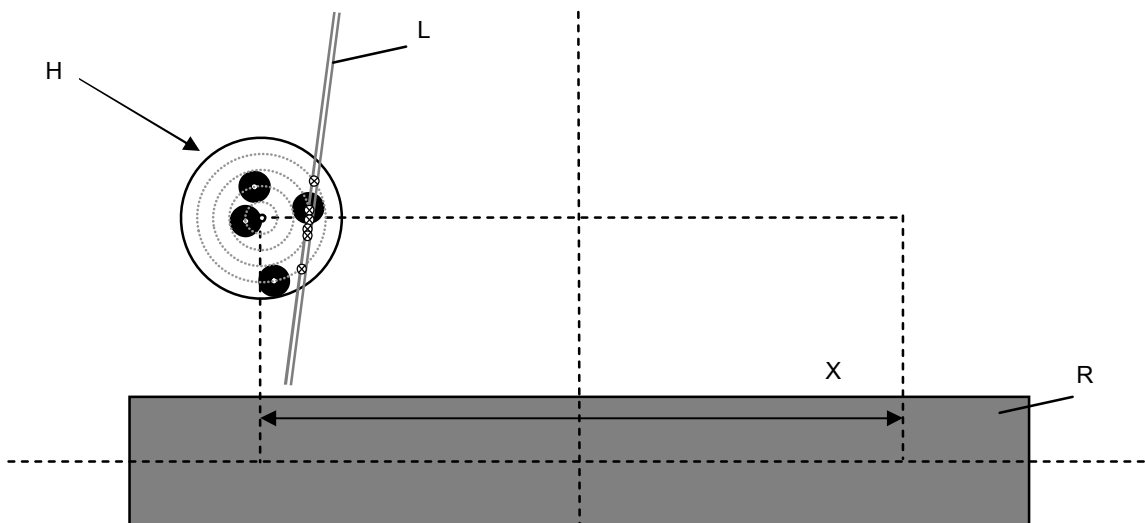


Fig. 3f

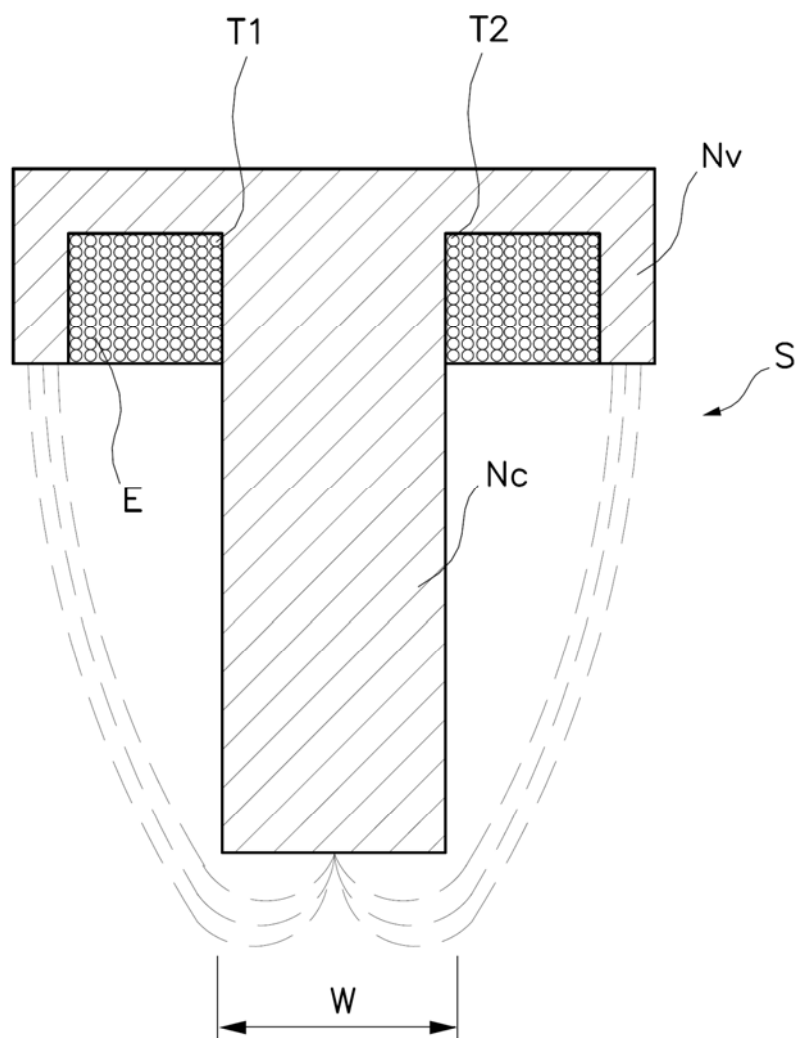


Fig.4