(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 646 991**

(21) Número de solicitud: 201630825

(51) Int. CI.:

B23K 13/02 (2006.01)
H05B 6/44 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

17.06.2016

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

18.12.2017

(71) Solicitantes:

GH ELECTROTERMIA, S.A. (100.0%)
Vereda Real, s/nº
46184 San Antonio de Benageber (Valencia) ES

(72) Inventor/es:

MORATALLA MARTINEZ, Pedro;
RODRIGUEZ LARA, Juan Carlos;
CASES SANCHIS, Cesar;
DURAN SANCHEZ, Manuel y
MAGRANER CACERES, Jose Miguel

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

(54) Título: **PROCESO DE SOLDADURA POR INDUCCIÓN DE TUBOS CON DIÁMETRO VARIABLE Y DISPOSITIVO PARA LLEVARLO A CABO**

(57) Resumen:

Dispositivo de soldadura por inducción de tubos con diámetro variable que comprende tres inductores (2), con una configuración en forma de leva, ubicados en simetría con respecto al eje axial del tubo (1) a soldar, un oscilador (3) conectado a cada inductor (2), un sistema mecánico conectado a cada inductor (2), destinados a forzar el contacto de cada inductor (2) con el tubo (1) por la medida correspondiente en función del diámetro del tubo (1) en cada posición, de forma que la posición de los inductores (2) con respecto al tubo (1) varía radialmente a medida que varía el diámetro de la sección a soldar del tubo (1).

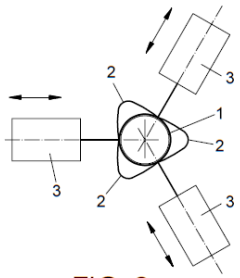

FIG. 2

ES 2 646 991 A1

PROCESO DE SOLDADURA POR INDUCCIÓN DE TUBOS CON DIÁMETRO VARIABLE Y DISPOSITIVO PARA LLEVARLO A CABO.

DESCRIPCIÓN

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un proceso para llevar a cabo la soldadura por inducción de tubos con diámetro variable. La invención también se refiere al dispositivo para llevar a cabo el mencionado proceso. El tubo a soldar puede tener una sección no sólo circular sino de cualquier otra geometría. Además, el tubo puede estar fabricado en una amplia variedad de materiales como, por ejemplo, latón, cobre, acero o acero inoxidable entre otros, con el único requerimiento de ser un material conductor de la electricidad.

Encuentra especial aplicación en el ámbito de la industria de soldadura de tubos por inducción.

PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER Y ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En el actual estado de la técnica, la soldadura de tubos por inducción se realiza mediante la aplicación de una bobina, que hace las veces de inductor, arrollada por la superficie externa del tubo y acoplada de la forma más cercana posible a la superficie del elemento a soldar. Normalmente, la bobina va arrollada sobre una estructura que tiene la configuración de la superficie exterior del tubo. Por la bobina se hace circular una corriente eléctrica que genera en el tubo unas corrientes inducidas que, fundamentalmente, se materializan en dos tipos de corrientes. Una de ellas es una corriente que circula por el interior del cuerpo del tubo de forma radial. La otra corriente circula de forma circunferencial por el cuerpo del tubo y a través del cierre mecánico que se pretende soldar, conocido como la V de soldadura. Para ir generando la soldadura a lo largo del tubo, la estructura con la bobina se va desplazando a lo largo del tubo a medida que va creando la soldadura.

De estas dos corrientes generadas en el tubo, para la soldadura del tubo sólo es útil la que circula a través de la V de soldadura, siendo la corriente radial considerada, directamente, como pérdida de energía. De esta forma, cuanto mayor es esta corriente, menor es la eficiencia del sistema.

Así, es conocido en el sector, que es una prioridad a la hora de proceder a la soldadura de tubos por inducción, que esta corriente inducida sea reducida a un mínimo. Esto se lleva a

cabo procediendo a aumentar la impedancia del tubo lo que, normalmente, se realiza mediante la incorporación de un bloque concentrador de campo, comúnmente conocido como “impeder”, en el interior del tubo.

El documento ES-0479528_A1 divulga una invención que tiene por objeto una instalación de soldadura por inducción para la fabricación de tubos. El invento se aplica, principalmente, a los tubos de acero inoxidable, pero también pueden soldarse ventajosamente en la instalación según el invento tubos de otros metales. La instalación de soldadura por inducción para la fabricación de tubos comprende una bobina de inducción que rodea a una pieza elemental de tubo cuyos bordes determinan una hendidura que se estrecha hacia aguas abajo, unos rodillos de forja situados aguas abajo de la bobina de inducción, que aplican uno contra otro los bordes calentados de la pieza o tubo elemental en el lugar de un punto de soldadura situado en las proximidades de un plano que une los ejes de los rodillos de forja, y un concentrador interno, dispuesto en el interior de la pieza o tubo elemental, con un apilamiento de chapas magnetizables orientadas paralelamente al diámetro del tubo que pasa por la hendidura de la pieza elemental y de mayor longitud que la distancia entre el extremo de aguas arriba de la bobina de inducción y los ejes de los rodillos de forja.

Sin embargo, la técnica de soldadura por inducción es aplicable cuando el acoplamiento entre el inductor y el tubo es óptimo, es decir, cuando la distancia entre ambos elementos es muy reducida, siendo máxima la corriente inducida en el tubo. A medida que aumenta la distancia entre el inductor y el tubo, la eficiencia disminuye exponencialmente, llegando a un punto en el que la corriente inducida en el tubo se reduce hasta un nivel en el que no se produce soldadura.

Debido a este efecto, la utilización de este método para la soldadura de tubos de diámetro variable presenta una serie de problemas cuya envergadura hace que no sea una práctica utilizada. La razón es que, en las zonas del tubo con mayor diámetro, la soldadura es óptima pero, a medida que el inductor se va desplazando a lo largo del tubo hacia zonas de menor diámetro, el acoplamiento se va reduciendo, aumentando la distancia entre el inductor y el tubo y disminuyendo el valor de la corriente inducida o, lo que es lo mismo, la eficiencia de la soldadura, hasta llegar a un punto en el que el valor de la corriente inducida se ha reducido tanto, que no se produce soldadura.

La presente invención viene a solucionar este problema, que no está resuelto en el presente estado de la técnica, mediante la utilización de un sistema de inductores múltiples capaz de crear una corriente inducida en el tubo de valor constante a pesar de que el tubo tenga una sección variable.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención describe un dispositivo de soldadura por inducción de tubos con diámetro variable. El dispositivo comprende al menos dos inductores, aunque preferentemente son tres, un oscilador conectado a cada inductor y un sistema mecánico conectado a cada inductor.

Es importante que los inductores se encuentren ubicados en simetría con respecto al eje axial del tubo a soldar, es decir, radialmente.

Para asegurar el contacto de los inductores con el tubo, una de las características de las que dispone el dispositivo es la configuración geométrica de los inductores. De esta forma, una sección transversal de un inductor comprende una zona con un diámetro menor, una zona con un diámetro mayor y una zona intermedia, a modo de leva.

Otra características del dispositivo para asegurar el contacto de los inductores con el tubo, es la incorporación de un sistema mecánico conectado a cada uno de los inductores formados, por ejemplo, por muelles o tensores, mediante los cuales se consigue una tensión en los inductores que fuerza el contacto con el tubo por la zona correspondiente en función del diámetro del tubo en cada posición.

Un requerimiento que se solicita a los inductores es que se encuentren conectados a un mismo generador eléctrico, de forma que las corrientes que generen estén en fase.

La invención también describe el procedimiento para llevar a cabo la soldadura. De esta forma, el proceso de soldadura llevado a cabo mediante el dispositivo de la invención comprende las fases que se describen a continuación, considerando que, inicialmente, cada uno de los inductores e encuentra conectado a un oscilador y a un sistema mecánico y que todos los inductores se encuentran conectados a un mismo generador de electricidad:

a) Posicionar cada uno de los inductores radialmente distribuidos en simetría alrededor de una sección de un tubo a soldar.
b) Activar el sistema mecánico, forzando a los inductores a mantenerse en contacto continuo con el tubo.
c) Conectar el generador eléctrico para suministrar corriente a los inductores.
d) Desplazar el tubo para ir conformando la soldadura.

Adicionalmente a este proceso se puede considerar el hecho de posicionar un impeder en el interior del tubo antes de la fase c), y también que el impeder se posicione en proximidad a la zona del tubo que va a ser soldada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para completar la invención que se está describiendo y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización de la misma, se acompaña un conjunto de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se han representado las siguientes figuras:

- La figura 1 representa una vista en perspectiva de un tubo en proceso de soldadura por inducción según el método tradicional.
- La figura 2 representa una vista frontal de un tubo en proceso de soldadura por inducción según la presente invención en la zona del tubo con mayor diámetro.
- La figura 3 representa una vista frontal de un tubo en proceso de soldadura por inducción según la presente invención en una zona del tubo con un diámetro intermedio.
- La figura 4 representa una vista frontal de un tubo en proceso de soldadura por inducción según la presente invención en la zona del tubo con menor diámetro.
- La figura 5 representa una vista de la figura 3 incluyendo únicamente un inductor.

A continuación se facilita un listado de las referencias empleadas en las figuras:

1. Tubo.
2. Inductor.
3. Oscilador.
4. Impeder.

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

Según se ha comentado, el principal problema de la soldadura por inducción de tubos (1) se presenta cuando la sección de los tubos (1) a soldar es variable, provocando la reducción de diámetro una disminución del acoplamiento entre el inductor y el tubo (1) que provoca que la corriente inducida se reduzca exponencialmente hasta llegar un momento en el que no es capaz de producir la soldadura.

Para evitar este efecto, la presente invención describe un dispositivo que comprende una pluralidad de inductores (2) conectados a un único generador, de forma que las fases de los inductores (2) estén sincronizadas.

En la figura 1 se muestra un ejemplo de configuración de un tubo (1) que va a ser soldado por inducción según los procedimientos del estado de la técnica. Al sistema llegan planchas, para la configuración de los tubos (1), que son conformadas mediante una serie de tambores conformadores que se encargan de darle al tubo (1) la configuración circular definitiva. Entre los tambores conformadores se ubica el impeder (4), de forma que queda en el interior el tubo (1) a medida que se va configurando. En este sistema, todos los elementos permanecen estáticos en una posición, siendo el tubo el que se va desplazando a medida que se va realizando la soldadura. Así, el impeder (4) se puede posicionar según las necesidades al tener una zona libre por la que se puede sujetar por la zona final del tubo (1).

En la presente invención el sistema de configuración puede ser similar, teniendo en cuenta que, por un lado, el diámetro del tubo (1) a soldar no es constante, por lo que los tambores conformadores deben tener una forma de variar la posición para proporcionar una sección variable y que, por otro lado, el sistema de la invención es aplicable a tubos de cualquier sección, pudiendo ser secciones poligonales. En cualquier caso, el sistema de configuración del tubo (1) no forma parte del objeto de la invención, por lo que no es necesario entrar en mayor detalle.

En un ejemplo de realización preferente, se ha representado un sistema con tres inductores (2), considerándose como la configuración que hace el sistema más eficiente en cuanto a número de inductores (2). El sistema también puede incorporar solo dos inductores (2), aunque la eficiencia del sistema se reduce. Por el contrario, un número de inductores (2)

superior a tres crea problemas en cuanto a interferencias entre los componentes y la eficiencia no aumenta de forma considerable.

Según se representa en las figuras 2 a 4 y, con más claridad en la figura 5, donde únicamente se ha representado uno de los inductores (2) con el objeto de aportar más claridad al modo de funcionamiento de la invención, los inductores (2) están configurados con una geometría en forma de leva que incorpora dos zonas con dos diámetros diferentes unidas por una curva de transición. Estos dos diámetros se corresponden con los diámetros mínimo y máximo del tubo (1) a soldar que, preferiblemente se incrementan con un margen de seguridad que suele llegar a ser de entre 5 y 15 mm.

Cada uno de los inductores (2) lleva asociada una estación de calentamiento, que tiene la función de adaptar la carga para que el inductor (2) sea capaz de entregar toda la potencia al tubo (1). La estación de calentamiento puede tener diferentes configuraciones en función de la frecuencia y potencia que se requiera entregar. Puede incorporar un transformador de salida, puede ser un circuito oscilante serie, paralelo, etc.

En una forma de realización preferente, la estación de calentamiento es un oscilador (3) con capacidad para funcionar en una amplia gama de frecuencias. En cualquier caso, valores típicos para una calidad de soldadura aceptable oscilan entre 100 y 400 kHz.

Cada uno de los conjuntos inductor (2) y oscilador (3) lleva asociado un sistema mecánico con capacidad para mover y posicionar el inductor (2) con respecto al tubo (1) en función del diámetro del tubo (1) en cada posición determinada, de forma que el acoplamiento entre el tubo (1) y el inductor (2) sea óptimo en todo momento. Este sistema mecánico no se ha representado en las figuras y puede ser cualquiera de los conocidos en el estado de la técnica como, por ejemplo, un sistema de muelles que tiren en dirección radial de los inductores (2) con la intención de forzar el contacto de la superficie del inductor (2) en función del diámetro del tubo (1) en cada una de las posiciones determinadas.

En las figuras 2, 3 y 4 se pueden ver los inductores (2) adaptados, respectivamente, a la zona de mayor diámetro de un tubo (1), a una zona de diámetro intermedio y a la zona de menor diámetro, quedando reflejado como los inductores (2) se van adaptando a la medida de la sección del tubo (1) conforme la soldadura va avanzando por el tubo (1) y, por lo tanto,

el tubo (1) va modificando la sección que va pasando a ser soldada en cada momento. En estas figuras no se ha representado el impeder (4) por considerarse que es un elemento que no aporta información a la configuración del sistema. Sin embargo, el impeder (4) sí que se ha representado en la figura 5, donde únicamente aparece uno de los inductores (2), considerándose que la simplificación en la figura sí permite que se pueda introducir sin quitar claridad.

En una forma de realización preferente, todos los inductores (2) se encuentran conectados a un mismo generador, con el objetivo de que estén en fase. En caso de encontrarse conectados a generadores independientes, las corrientes generadas por los inductores (2) no estarían en fase, con lo que la caída del rendimiento sería considerable.

Con respecto al impeder (4), se debe posicionar lo más cercano posible a la soldadura, de forma que se minimicen las corrientes de fugas radiales por el tubo (1). En el caso de realizar una soldadura lineal de un tubo (1), la posición del impeder (4) no debe variar, pero hay situaciones en las que la soldadura no es lineal, como es el caso, por ejemplo, de configuración de tubos (1) mediante soldaduras helicoidales.

La invención presenta las siguientes ventajas frente a otros sistemas conocidos en el estado de la técnica:

1. La soldadura se produce sin contacto físico entre el tubo (1) y el inductor (2). Hay sistemas de soldadura con contacto físico, que tienen el inconveniente de sufrir un desgaste muy rápido y, además, de necesitar una complejidad elevada durante su ajuste. Al ser la transmisión por contacto, la mecánica debe ser muy precisa para garantizar el contacto en todo momento. Con el sistema sin contacto, la posición del tubo (1) con respecto al inductor (2) puede variar ligeramente sin que deje de producirse la generación de corriente inducida y sin que, por lo tanto, se vea comprometida la calidad de la soldadura.
2. La durabilidad de los inductores (2) es muy alta en comparación con el proceso de soldadura por contacto que, además, requiere que una limpieza y control del desgaste de los inductores.
3. Se pueden soldar tubos de diámetro variable por inducción, algo que no es posible con el proceso de soldadura de tubo por inducción tradicional.

Finalmente, hay que considerar que la presente invención no debe verse limitada a la forma de realización aquí descrita. Otras configuraciones pueden ser realizadas por los expertos en la materia a la vista de la presente descripción. En consecuencia, el ámbito de la invención queda definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo de soldadura por inducción de tubos con diámetro variable, **caracterizado** por que comprende:

- al menos dos inductores (2), ubicados en simetría con respecto al eje axial del tubo (1) a soldar,
- un oscilador (3) conectado a cada inductor (2), y
- un sistema mecánico conectado a cada inductor (2),

donde,

- los inductores (2) tienen una configuración que comprende una zona con un diámetro menor, una zona con un diámetro mayor y una zona intermedia,
- los sistemas mecánicos fuerzan el contacto de cada inductor (2) con el tubo (1) por la medida correspondiente en función del diámetro del tubo (1) en cada posición,

de forma que la posición de los inductores (2) con respecto al tubo (1) varía radialmente a medida que varía el diámetro de la sección a soldar del tubo (1).

2.- Dispositivo de soldadura por inducción de tubos con diámetro variable, según la reivindicación 1, **caracterizado** por que comprende tres inductores.

3.- Dispositivo de soldadura por inducción de tubos con diámetro variable, según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado** por que los inductores (2) están conectados a un mismo generador, de forma que las corrientes que generen estén en fase.

4.- Dispositivo de soldadura por inducción de tubos con diámetro variable, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** por que el sistema mecánico comprende un muelle que fuerza el contacto del inductor (2) correspondiente al tubo (1).

5.- Proceso de soldadura por inducción de tubos con diámetro variable, llevado a cabo mediante el dispositivo definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, teniendo cada uno de los inductores (2) conectado a un oscilador (3) y a un sistema mecánico y todos los inductores (2) conectados a un mismo generador de electricidad, comprende las siguientes fases:

e) Posicionar cada uno de los inductores (2) radialmente distribuidos en simetría alrededor de una sección de un tubo (1) a soldar.

f) Activar el sistema mecánico, forzando a los inductores (2) a mantenerse en contacto continuo con el tubo (1).

g) Conectar el generador eléctrico para suministrar corriente a los inductores (2).

h) Desplazar el tubo para ir conformando la soldadura.

6.- Proceso de soldadura por inducción de tubos con diámetro variable, según la reivindicación 5, **caracterizado** por que antes de la fase c) se posiciona un impeder (4) en el interior del tubo (1).

7.- Proceso de soldadura por inducción de tubos con diámetro variable, según la reivindicación 6, **caracterizado** por que el impeder (4) se posiciona en proximidad a la zona del tubo (1) que va a ser soldada.

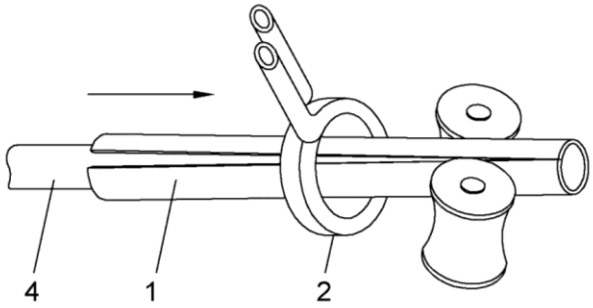

FIG. 1

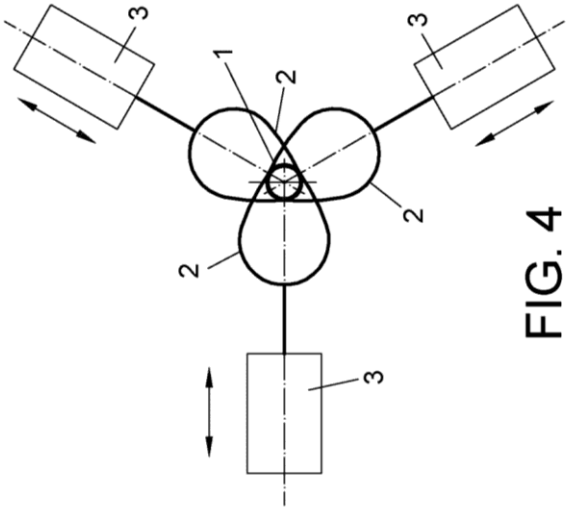

FIG. 4

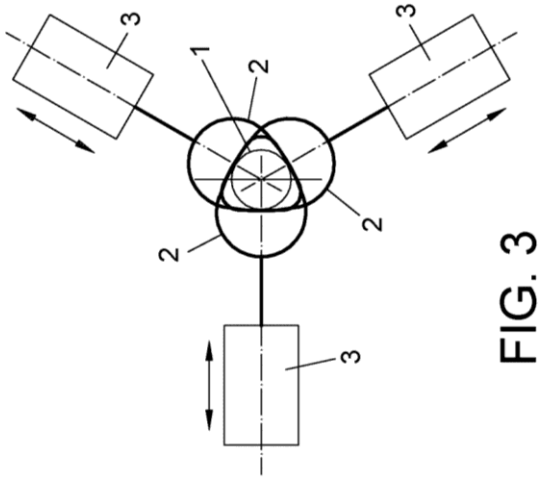

FIG. 3

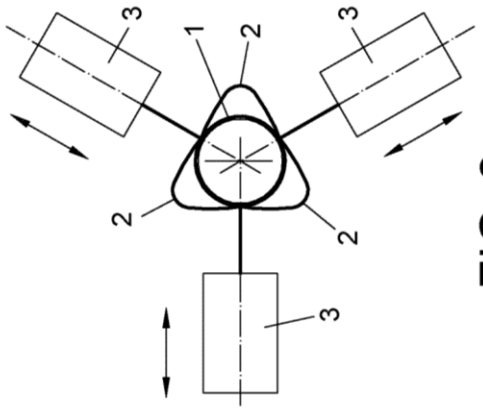

FIG. 2

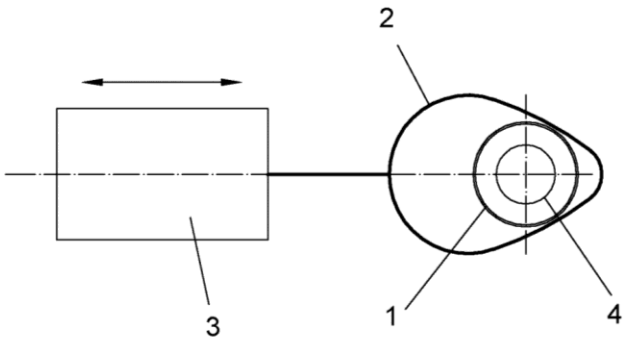

FIG. 5

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201630825

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 17.06.2016

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***B23K13/02*** (2006.01)
H05B6/44 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	**(56) Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
A	US 2014339219 A1 (IGNATOWSKI THOMAS et al.) 20/11/2014, párrafo 4; figuras.	1,5
A	JP 2000003778 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD et al.) 07/01/2000, resumen Epodoc; figuras.	1
A	DE 3913897 A1 (GRUBER KURT DR) 31/10/1990, resumen; figuras.	1

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
27.04.2017	A. Gómez Sánchez	1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B23K, H05B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.04.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-7	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	1-7	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2014339219 A1 (IGNATOWSKI THOMAS et al.)	20.11.2014
D02	JP 2000003778 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD et al.)	07.01.2000
D03	DE 3913897 A1 (GRUBER KURT DR)	31.10.1990

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Los documentos citados D01-D03, reflejan únicamente el estado de la técnica y no parecen válidos para cuestionar ni la novedad, (Art 6.1 LP), ni la actividad inventiva (Art 8.1 LP) de los objetos reivindicados.

Así, el documento D01, que puede ser el más próximo del estado de la técnica divulga un aparato y un método para la soldadura o calentamiento por inducción eléctrica de piezas de trabajo que pasan a través de una bobina solenoidal de manera que cuando una dimensión de la pieza de trabajo cambia, el proceso de soldadura o calentamiento puede continuar normalmente al cambiar también el diámetro de la bobina. Se trata pues de una solución diferente al mismo problema.

Se estima pues que el objeto definido por la reivindicación número 1 relativa a un dispositivo de soldadura es nuevo (Art 6.1 LP), y supone actividad inventiva. (Art 8.1 LP)

Lo mismo cabe decir de la reivindicación número 5, también independiente y relativa a un procedimiento de soldadura por inducción.

Se considera en consecuencia que los objetos definidos por las reivindicaciones dependientes 2-4 y 6-7 son nuevos (Art 6.1 LP) y que suponen actividad inventiva. (Art 8.1 LP)