

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 031**

51 Int. Cl.:

B23K 9/18	(2006.01)	C22C 38/08	(2006.01)
B23K 35/362	(2006.01)		
B23K 35/30	(2006.01)		
C22C 38/00	(2006.01)		
C22C 38/14	(2006.01)		
C22C 38/12	(2006.01)		
C22C 38/02	(2006.01)		
C22C 38/04	(2006.01)		
B23K 35/36	(2006.01)		
B23K 9/23	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2012 PCT/JP2012/079492**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2013 WO2013073565**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2012 E 12849423 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2767361**

54 Título: **Método de soldadura de alta eficiencia de placas de acero gruesas**

30 Prioridad:

15.11.2011 JP 2011249928

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

22.06.2017

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**KOJIMA, KAZUHIRO;
NOSE, TETSURO y
INOUE, HIROSHIGE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 619 031 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 de soldadura de alta eficiencia de placas de acero gruesas

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una tecnología de soldadura tal, como la que permite una soldadura eficiente de la base de las instalaciones de generación de energía eólica instaladas en áreas frías.

Se reivindica prioridad de la solicitud de patente japonesa No. 2011-249928, presentada en Japón el 15 de Noviembre, 2011, cuyo contenido está incorporado por referencia en la presente memoria.

Antecedentes de la técnica

10 A fin de diversificar las formas de abastecimiento de energía, recientemente se ha llevado a cabo una variedad de investigaciones en el campo de la energía renovable. En la generación de energía eólica, que es uno de los candidatos más prometedores, atraen la atención las grandes instalaciones con capacidad para generar más energía eléctrica. Con el aumento de tamaño de las instalaciones, está bajo estudio el uso de placas de acero con un espesor de placa de aproximadamente 50 mm a 75 mm en la base de un molino eólico que se va a instalar, debido a que se requiere que la base soporte el peso de la instalación. Siendo esta es la situación, puede ser posible en el futuro el uso adicional de placas de acero que son extremadamente gruesas, específicamente, placas de acero ultrapesadas con un espesor de aproximadamente 100 mm. El nivel de resistencia (resistencia mecánica) de las placas de acero para la generación de energía eólica es típicamente 400 MPa o mayor y 700 MPa o menor. A menudo se usan aceros con una resistencia mecánica de 450 MPa o mayor y 650 MPa o menor, y especialmente, a menudo se usan placas de acero con una resistencia mecánica de 480 MPa o mayor y 620 MPa o menor.

20 Que la generación de energía eólica adquiera un uso difundido en el futuro o no depende de racionalidad económica. Desde este punto de vista, también es un factor importante la reducción de los costes de construcción de la base de instalaciones de energía eólica. También en el campo de la soldadura, existe una demanda de soldadura de las placas de acero con alta eficiencia.

25 Se conoce la soldadura de alto aporte térmico como uno de los métodos de soldadura de placas de acero con alta eficiencia. Sin embargo, en la soldadura de alto aporte térmico, a menudo es difícil asegurar la tenacidad del metal. Adicionalmente, los lugares donde están instaladas las instalaciones de generación de energía eólica pueden ser áreas frías, tales como las áreas en alta mar en Europa. Por lo tanto, se requiere que el metal soldado tenga tenacidad a baja temperatura.

30 Por consiguiente, para satisfacer las necesidades sociales anteriormente mencionadas, se requiere una tecnología de soldadura que sea capaz de obtener un metal de soldadura tan excelente en tenacidad que resista el funcionamiento en áreas frías, incluso aunque las placas de acero con un espesor de más de 50 mm estén sometidas a soldadura de alto aporte térmico.

Como tecnologías convencionales de someter las placas de acero a soldadura de alto aporte térmico, se conocen las siguientes.

35 Por ejemplo, el Documento de Patente 1 describe un método de soldadura por arco sumergido que es capaz de soldar placas de acero con un espesor de 70 mm en una sola capa por una cara.

40 Sin embargo, debido a que este método ofrece soldadura por una cara, el área de la sección transversal de la ranura es muy grande y el aporte térmico de la soldadura es muy alto a 780 kJ/cm. El Documento de Patente 1 no describe la tenacidad del metal de soldadura. Sin embargo, en vista del hecho de que el método es para uso en edificios, se considera que la tenacidad corresponde a 0°C, y por lo tanto no se estima que sea adecuado para uso en áreas frías.

45 En el Documento de Patente 2, también se realiza soldadura por arco sumergido de alto aporte térmico, siendo su objetivo los pilares en forma de caja en la operación de construcción. Sin embargo, el ensayo Charpy en el metal de soldadura se evalúa sólo a -5°C. Adicionalmente, debido a que la soldadura es soldadura por una cara, similar al Documento de Patente 1, se estima que el aporte térmico es excesivo.

50 Para asegurar la tenacidad del metal de soldadura, es efectivo hacer el área de la sección transversal de una ranura tan pequeño como sea posible, para eliminar de ese modo el alto aporte térmico innecesario. Para suprimir el área de la sección transversal de una ranura, el mecanizado de la ranura desde las caras delantera y trasera del acero, como es el caso de la ranura en "V" doble, hace posible suprimir el área de la sección transversal de la ranura, más que el mecanizado de una ranura desde una cara.

Se conocen las siguientes tecnologías relacionadas con este método de soldadura de una sola capa de doble cara mediante el uso de la ranura en "V" doble.

Por ejemplo, el Documento de Patente 3 describe el resultado de la investigación de la soldadura para espesores de

placa de hasta 38 mm en un método de fabricación de tuberías de acero soldadas mediante el uso de la soldadura de una sola capa de doble cara. Sin embargo, no se describe conocimiento acerca de soldadura de placas de acero ultrapesadas como aquellas usadas para la generación de energía eólica.

5 En el Documento de Patente 4, se examina la soldadura en el caso de un espesor de placa de 50 mm en la soldadura de una sola capa de doble cara. Sin embargo, se contempla el uso de placas de acero con un espesor de placa de más de 50 mm en la generación de energía eólica. Por lo tanto, el Documento de Patente 4 también proporciona un conocimiento insuficiente.

10 El Documento de Patente 5 dice que se describirá una tecnología capaz de realizar una soldadura de una sola capa de doble cara en placas de acero con un espesor de placa de 30 mm o más. No obstante, el conocimiento realmente ofrecido por el examen en los Ejemplos es el de espesores de placa de hasta 31,8 mm. Este no es el conocimiento aplicable al campo de generación de energía eólica.

Incluso en el caso de realizar la soldadura de una sola capa de doble cara en la ranura en "V" doble, no se describe el conocimiento aplicable a las necesidades sociales dirigidas a la generación de energía eólica.

15 En este punto, se hace la descripción para el caso de grandes estructuras. Por lo tanto, se excluye la soldadura por haz de electrones en vista de la capacidad de las cámaras de vacío.

Como se ha mostrado anteriormente, no se ha descrito un método altamente efectivo que suelde placas de acero con un espesor de placa de más de 50 mm en una soldadura de una sola capa de una cara o una soldadura de una sola capa de doble cara, y que también sea efectivo para obtener metal de soldadura altamente tenaz capaz de soportar el uso en áreas frías.

20 Sin embargo, recientemente en el campo de la soldadura por arco sumergido, se ha desarrollado una fuente de energía de soldadura CA/CC de alta capacidad controlada digitalmente, como se muestra en el Documento de Patente 6, que controla las formas de onda de la corriente de soldadura, para que de ese modo sea posible aumentar una cantidad de depósito (velocidad de alimentación del alambre) incluso con la misma corriente de soldadura. Asimismo, se ha desarrollado una tecnología de soldadura por arco sumergido mediante el uso de esta
25 fuente de energía.

La Fig. 2 muestra un ejemplo de forma de onda de una onda cuadrada que alterna la corriente de soldadura que sale desde esta fuente de energía. La corriente de soldadura corriente de soldadura tiene magnitudes positivas y magnitudes negativas. La polaridad positiva (polaridad inversa) controla la profundidad de penetración de la soldadura de la soldadura mientras que polaridad negativa (polaridad normal) controla la cantidad de depósito.

30 En este suministro de soldadura, se modifican independientemente cuatro parámetros de la forma de onda de la corriente, a saber, amplitudes a, b y anchos (ciclos) c, d. Con las modificaciones de amplitud de las magnitudes positivas y las magnitudes negativas, es posible ajustar la profundidad de penetración de soldadura o la cantidad de depósito.

35 Si mediante el uso de la corriente de soldadura cuya forma de onda se controla, la velocidad de alimentación del alambre puede hacerse más rápida con la misma corriente de soldadura, entonces es posible suministrar una cantidad de metal de soldadura necesaria para rellenar el área de la sección transversal de una ranura con menos corriente. Esto da como resultado un aporte térmico de la soldadura reducido, que se espera que trabaje ventajosamente para asegurar la tenacidad de metal de soldadura.

40 Como conocimiento sobre el control de la forma de onda de la corriente de soldadura mediante el uso de la fuente de energía como se ha descrito anteriormente se puede enumerar, por ejemplo, el Documento de Patente 7. El Documento de Patente 7 describe una soldadura en una pasada monocapa con la suposición de que se usa soldadura de multipasada. Sin embargo, este no es un método de soldadura para soldadura altamente eficiente para placas de acero ultrapesadas por soldadura de alto aporte térmico. Por lo tanto, del Documento de Patente 7, no se puede obtener un conocimiento capaz de mejorar drásticamente la eficiencia de la soldadura de placas de acero
45 ultrapesadas tales como las que se usan en la generación de energía eólica.

Asimismo, en el caso en donde mediante el uso de un suministro de soldadura capaz de controlar las formas de onda de salida, la ranura en "V" doble en placas de acero tales como las que tienen un espesor de placa de más de 50 mm se somete a soldadura por arco sumergido con multielectrodos para de ese modo soldar cada ranura en una sola pasada en una capa única, es decir, soldar una cara en una pasada, no se conoce qué materiales de soldeo y
50 qué condiciones de soldeo se usan favorablemente desde el punto de vista de mejorar la velocidad de alimentación del alambre para suprimir una cantidad de aporte térmico.

Lista de Citas

Documentos de Patente

[Documento de Patente 1] Solicitud de Patente Japonesa sin examinar, Primera Publicación No. H09-206946

[Documento de Patente 2] Solicitud de Patente Japonesa sin examinar, Primera Publicación No. H09-277083

[Documento de Patente 3] Solicitud de Patente Japonesa sin examinar, Primera Publicación No. 2009-241128

[Documento de Patente 4] Solicitud de Patente Japonesa sin examinar, Primera Publicación No. 2009-195957

[Documento de Patente 5] Solicitud de Patente Japonesa sin examinar, Primera Publicación No. 2004-143556

5 [Documento de Patente 6] Solicitud de Patente Japonesa sin examinar, Primera Publicación No. 2005-193299

[Documento de Patente 7] Solicitud de Patente Japonesa sin examinar, Primera Publicación No. 2011-200920

La patente JP S62-045475 describe un método de soldadura por arco sumergido de una pasada por ambas caras para placas gruesas.

Compendio de la invención

10 **Problemas a resolver por la invención**

Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención proporcionar un método de soldadura por arco sumergido que, mediante el uso de un suministro de soldadura capaz de controlar una forma de onda de salida, es capaz de soldar muy eficientemente una ranura en "V" doble de una placa de acero y es capaz de obtener metal de soldadura excelente en tenacidad, incluso en uso a bajas temperaturas.

15 **Medios para solucionar el problema**

Los presentes inventores examinaron las condiciones de soldadura que hacen más rápida la velocidad de alimentación del alambre con la misma corriente de soldadura en el caso en donde se usa un suministro de soldadura capaz de controlar las formas de onda de salida para soldar una ranura en una pasada mediante la soldadura por arco sumergido con multielectrodos.

20 En ese proceso, el examen se lleva a cabo enfocado especialmente en la composición del fundente y las formas de onda de la corriente de soldadura aplicada al primer electrodo y al segundo y electrodos subsiguientes. Como resultado, los presentes inventores han encontrado que, con las combinaciones óptimas de esos aspectos, se puede alcanzar el anterior objetivo.

A saber, se muestra a continuación el alcance de la presente invención con las realizaciones preferidas.

25 (1) un método de una soldadura por arco sumergido según un primer aspecto de la presente invención incluye: una etapa de mecanizado de mecanización de una ranura en "V" doble en un par de elementos de acero con un espesor de placa de más de 50 mm y 100 mm o menos; y una etapa de soldadura para realizar una soldadura de una pasada con un fundente sobre los elementos de acero desde una superficie frontal y una superficie posterior mediante soldadura por arco sumergido con multielectrodos usando dos o más electrodos y seis o menos
30 electrodos, en donde, en la etapa de soldadura, una corriente de soldadura para un primer electrodo es una corriente alterna con una relación de la forma de onda de 60% o mayor y 90% o menor, y las corrientes de soldadura para los otros electrodos son una corriente alterna con una relación de la forma de onda de 70% o mayor, o una corriente continua negativa, y en donde el fundente consta de, en una relación de masa a una masa total del fundente: Al₂O₃: 10% o más y 50% o menos; y SiO₂: 16% o más y 30% o menos, y además incluye: uno o más de
35 MgO, TiO₂, CaF₂, y MnO, cuyo total es de 10% o más y 60% o menos, en donde el MgO está limitado a 40% o menos, el TiO₂ está limitado a 20% o menos, el CaF₂ está limitado a 30% o menos, y el MnO está limitado a 20% o menos, y opcionalmente polvo(s) metálico(s) de Si, Mn, Al, Ti, Mo, Cu, Ni, Cr o V, y opcionalmente además, polvo de hierro.

40 (2) En el método de soldadura por arco sumergido como se expuso anteriormente en (1), la corriente de soldadura para el primer electrodo puede ser 2.500 A o más alta.

(3) En el método de soldadura por arco sumergido como se expuso anteriormente en (1) o (2), como perfiles de una pluralidad de ranuras formadas entre el par de elementos de acero, una altura de un talón puede ser de 5 mm o más, y puede ser 25% o menos del espesor de placa.

45 (4) En el método de soldadura por arco sumergido como se expuso anteriormente en (3), un ángulo de ranura de la ranura en "V" doble puede ser de 30° o más y de 50° o menos.

(5) En el método de soldadura por arco sumergido como se expuso anteriormente en (1) o (2), un ángulo de ranura de la ranura en "V" doble puede ser de 30° o más y de 50° o menos.

Efectos de la invención

50 Según los aspectos, como se expuso anteriormente en (1) a (5), es posible soldar muy eficientemente una ranura en "V" doble de una placa de acero y obtener metal de soldadura excelente en tenacidad incluso en uso a bajas

temperaturas. Por lo tanto, es posible fabricar eficientemente la base de instalaciones de generación de energía eólica en áreas frías, y contribuir significativamente a la proliferación de energía renovable.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La Fig. 1 es un diagrama que muestra una influencia de una composición de fundente sobre una velocidad de alimentación del alambre.
- La Fig. 2 es un diagrama esquemático de una forma de onda de una corriente de soldadura y la relación de la forma de onda de la misma.
- La Fig. 3 es un diagrama que muestra una influencia del Al_2O_3 contenido en los componentes del fundente sobre una velocidad de alimentación del alambre y la energía Charpy absorbida.
- 10 La Fig. 4 es un diagrama que muestra una influencia de SiO_2 contenido en los componentes del fundente sobre una velocidad de alimentación del alambre y la energía Charpy absorbida.
- La Fig. 5 es un diagrama que muestra una influencia de una composición de fundente (contenido de Al_2O_3 al 38%) sobre una velocidad de alimentación del alambre.
- 15 La Fig. 6A es un diagrama que muestra perfiles de penetración de soldadura de metal de soldadura. Este es un ejemplo en el que se produjo una fusión incompleta con una corriente continua positiva que se aplica al primer electrodo.
- La Fig. 6B es un diagrama que muestra perfiles de penetración de soldadura de metal de soldadura. Este es un ejemplo en el cual se evita la fusión incompleta en donde la relación de la forma de onda del primer electrodo es de 60%.
- 20 La Fig. 7 es un diagrama que muestra una relación entre una relación de la forma de onda de un primer electrodo en un sistema de soldadura de seis electrodos y una incidencia de fusión incompleta.
- La Fig. 8 es un diagrama que muestra una relación entre una relación de la forma de onda de un primer electrodo en un sistema de soldadura de cuatro electrodos y una incidencia de fusión incompleta.
- La Fig. 9 es un diagrama que muestra una relación entre una relación de la forma de onda de un primer electrodo en un sistema de soldadura de dos electrodos y una incidencia de fusión incompleta.
- 25 La Fig. 10 es un diagrama que muestra un perfil de una ranura en una placa de acero con un espesor de placa de 100 mm.
- La Fig. 11 es un diagrama que muestra una relación de la forma de onda de un segundo electrodo a un sexto electrodo en un sistema de soldadura de seis electrodos y una incidencia de relleno incompleto.
- 30 La Fig. 12 es un diagrama que muestra la relación de la forma de onda de un segundo electrodo a un cuarto electrodo en un sistema de soldeo de cuatro electrodos y una incidencia de relleno incompleto.
- La Fig. 13 es un diagrama que muestra una relación de la forma de onda de un segundo electrodo en un sistema de soldeo de dos electrodos y una incidencia de relleno incompleto.
- La Fig. 14 es un diagrama que muestra un perfil de una ranura en una placa de acero con un espesor de placa de 70 mm.
- La Fig. 15 es un diagrama que muestra un perfil de una ranura en una placa de acero con un espesor de placa de 60 mm.
- 35 La Fig. 16 es un diagrama que muestra un perfil de una ranura en una placa de acero con un espesor de placa de 55 mm.
- La Fig. 17 es un diagrama que muestra un perfil de una ranura en una placa de acero con un espesor de placa de 50 mm.
- La Fig. 18 es un diagrama que muestra un perfil de una ranura en una placa de acero con un espesor de placa de 110 mm.
- La Fig. 19 es un diagrama para explicar las posiciones para tomar una probeta.
- 40 La Fig. 20 es un diagrama para explicar el arreglo de los electrodos.

Descripción de las realizaciones

- 45 Los presentes inventores buscaron condiciones que hicieran más rápida la velocidad de alimentación del alambre con la misma corriente de soldadura, en el caso donde, mediante el uso de un suministro de soldadura capaz de controlar una forma de onda de salida, se suelda una ranura en "V" doble en una placa de acero, con la soldadura por arco sumergido con multielectrodos (de aquí en adelante soldadura por arco sumergido se abrevia como SAW, por sus siglas en inglés) que se realiza en las ranuras en las superficies frontal y posterior, cada una en una pasada.

Los presentes inventores se centraron especialmente en los componentes del fundente y en la forma de onda de la corriente de soldadura aplicada a un primer electrodo 1, y buscaron condiciones para cada uno de ellos.

En primer lugar, se describirán las condiciones para los componentes del fundente.

5 Los presentes inventores hicieron un examen experimental concerniente a los componentes de un fundente de la siguiente manera.

Se forma un fundente para SAW mezclando varios tipos de materiales tales como óxidos y fluoruros. Para determinar los materiales, que es lo más efectivo para aumentar la velocidad de alimentación del alambre, entre esos componentes de fundente, cada uno de los fundentes, que están hechos de un material respectivamente, se sometieron a experimentos y se investigó su influencia sobre la velocidad de alimentación del alambre.

10 La soldadura por arco sumergido se realiza mediante el uso de una corriente de soldadura de onda cuadrada alterna como se muestra en la Fig. 2. Los resultados se muestran en la Fig. 1. La relación de la forma de onda usada en la Fig. 1 se refiere a una relación de área entre un área en el positivo y un área en el negativo de la corriente alterna, como se muestra en la Formula 1 y en la Fig. 2. Se presenta la relación de área convirtiendo el valor calculado por $N/(N+P)$ en porcentaje, en donde el área en el positivo es P y el área en el negativo es N. Una relación de la forma de onda de 0% significa una corriente continua positiva mientras una relación de la forma de onda de 100% significa una corriente continua negativa.

Relación de la forma de onda = $\frac{\text{área N}}{\text{área N} + \text{área P}}$ Fórmula (1)

20 Los resultados en la Fig. 1 muestran que, de los componentes del fundente usados en el experimento, Al_2O_3 y el SiO_2 son especialmente más efectivos para aumentar la velocidad de alimentación del alambre que otros componentes. Adicionalmente, se ha concluido que MgO , TiO_2 , CaF_2 , y MnO también tienen un efecto similar. Por el contrario, ZrO_2 conduce a la reducción de la velocidad de alimentación del alambre.

25 Con un aumento en la velocidad de alimentación del alambre, es posible suprimir una corriente para obtener el depósito de metal que rellena la ranura. Por lo tanto, puede utilizarse un aumento de velocidad de alimentación del alambre para reducir un aporte térmico de la soldadura. De los resultados anteriores, se ha encontrado que, como una guía de diseño de un fundente para aumentar una velocidad de alimentación del alambre de forma tal que se aumente una cantidad de depósito, el fundente contiene Al_2O_3 y SiO_2 como componentes esenciales y opcionalmente contiene MgO , TiO_2 , CaF_2 , y MnO .

Además, se ha examinado la cantidad de cada componente, y se ha determinado como sigue.

30 En cuanto a las cantidades de Al_2O_3 y SiO_2 como materiales esenciales, la cantidad de Al_2O_3 es de 10% o más y de 50% o menos, y la cantidad de SiO_2 es de 16% o más y de 30% o menos en términos de % en masa con relación a la masa total del fundente (de aquí en adelante, todos los componentes del fundente están expresados en % en masa con relación a la masa total del fundente.).

35 Los valores límite inferiores de 10% y 16% respectivamente para Al_2O_3 y SiO_2 se determinaron basándose en que, con contenidos inferiores a ese, no se manifestó explícitamente el efecto de aumentar la velocidad de alimentación del alambre. Para mejorar la velocidad de alimentación del alambre, el límite inferior de Al_2O_3 puede ser 15%, 20%, 25%, o 30%, y el límite inferior de SiO_2 puede ser 18% o 20%. El valor límite superior de Al_2O_3 se establece en 50% porque, cuando el contenido del mismo es mayor que 50%, da como resultado una cantidad excesiva de Al en el metal de soldadura 8 y es imposible asegurar una tenacidad a baja temperatura. Para mejorar una tenacidad a baja temperatura, el límite superior del mismo debe limitarse a 47%, 45%, o 40%. El valor límite superior de SiO_2 se establece en 30% porque, cuando el contenido del mismo es mayor que 30%, da como resultado una cantidad excesiva de oxígeno en el metal de soldadura 8 y es difícil asegurar la tenacidad a baja temperatura. Para mejorar una tenacidad a baja temperatura, el límite superior del mismo debe limitarse a 28% o 26%.

45 De la Fig. 3 y la Fig. 4, dentro de los anteriores intervalos de las cantidades de Al_2O_3 y SiO_2 , cuando el contenido de Al_2O_3 es 36% o más, se potencia adicionalmente la función de aumentar la velocidad de alimentación del alambre, y, por lo tanto, es preferible. Cuando se incluye SiO_2 al 22% o más en un fundente, debido a la acción combinada de Al_2O_3 y SiO_2 , el efecto de mejorar la velocidad de alimentación del alambre es más significativo en el caso de una elevada relación de la forma de onda, y, por lo tanto, es más preferible. La Fig. 5 muestra los resultados de un experimento relacionado con esta acción combinada de Al_2O_3 y SiO_2 en el efecto de mejorar la velocidad de alimentación del alambre cuando el contenido de Al_2O_3 es 38%. Para aumentar la velocidad de alimentación del alambre, una cantidad total de Al_2O_3 y SiO_2 debe limitarse a 30% o más y a 80% o menos. Para aumentar aún más la velocidad de alimentación del alambre, el límite inferior de la cantidad total de Al_2O_3 y SiO_2 puede ser 35%, 40%, o 45%, y el límite superior de la cantidad total del mismo puede ser 75%, 70%, o 68%.

55 Se requiere que el fundente usado en la presente invención contenga Al_2O_3 y SiO_2 , y que contenga, además, como materiales opcionales, uno o más de MgO , TiO_2 , CaF_2 , y MnO , en donde la cantidad total de los materiales opcionales está en el intervalo de 10% o más y 60% o menos, en el intervalo con MgO : 40% o menos, TiO_2 : 20% o

menos, CaF_2 : 30% o menos, y MnO : 20% o menos, opcionalmente polvo(s) metálico(s) de Si, Mn, Al, Ti, Mo, Cu, Ni, Cr o V; y opcionalmente, además, polvo de hierro.

5 En comparación con Al_2O_3 y SiO_2 , esos materiales son menos efectivos para mejorar la velocidad de alimentación del alambre. Sin embargo, no tienen una influencia adversa de disminución de la velocidad de alimentación del alambre, como es el caso de ZrO_2 , en el caso donde la relación de la forma de onda se hace alta. Desde el punto de vista de optimización de la fluidez y viscosidad de la escoria, se requiere que estén contenidos en las cantidades adecuadas. Desde el punto de vista de optimización de la fluidez y viscosidad de la escoria, el límite inferior de la cantidad total de esos materiales opcionales puede ser 13%, 15%, o 20%, y el límite superior de la cantidad total de los mismos puede ser 55%, 50%, o 45%.

10 Cuando el contenido de MgO es mayor que 40%, la viscosidad de la escoria es baja. Esto hace que sea posible que se produzcan mordeduras. Por lo tanto, el límite superior del contenido de MgO se establece en 40% o menos. Para que sea menos probable que se produzcan mordeduras, el límite superior del contenido de MgO debe limitarse a 30%, 25%, o 20%. Un contenido excesivo de TiO_2 y MnO deteriora la tenacidad del metal de soldadura 8. Por lo tanto, tanto para TiO_2 como para MnO , se determina que el límite superior del contenido es 20% o menos. Para mejorar la tenacidad del metal de soldadura 8, los límites superiores de TiO_2 y MnO deben limitarse a 15% o 10%.
15 Un excesivo contenido de CaF_2 conduce a la inestabilidad del arco y hace más alta la posibilidad de ocurrencia de fusión incompleta. Por lo tanto, se determina que el límite superior de CaF_2 es 30% o menos. Para evitar la fusión incompleta, el límite superior de CaF_2 debe limitarse a 25%, 20%, o 15%.

20 Cuando la cantidad total de esos materiales opcionales es menor que 10%, no es clara la manifestación del efecto de optimizar la fluidez y viscosidad de la escoria, y entonces es probable que se produzcan mordeduras. Por lo tanto, el límite inferior de la cantidad total de esos materiales opcionales se establece en 10%. Para evitar mordeduras, la cantidad total de los materiales opcionales puede ser 13% o más, 16% o más, o 20% o más. Cuando la cantidad total de los materiales opcionales es mayor que 60%, el arco es inestable y es probable que se produzca una fusión incompleta. Por lo tanto, la cantidad total de esos materiales opcionales se establece en 60% o menos.
25 Para evitar la fusión incompleta, la cantidad total de los materiales opcionales debe limitarse a 55% o menos, 50% o menos, o 45% o menos.

En la presente invención, los otros componentes del fundente no están particularmente limitados. Los componentes usados típicamente para un fundente para SAW pueden estar contenidos adecuadamente.

30 Por ejemplo, hay casos en donde están contenidos en el fundente polvo(s) metálico(s) de Si, Mn, Al, Ti, Mo, Cu, Ni, Cr, V, o similares para ajustar la composición del metal de soldadura 8. Es posible ajustar adecuadamente las cantidades de esos polvos de metal en referencia a los Documentos de Patente mencionados anteriormente y así sucesivamente. También es posible que el fundente contenga un polvo de hierro con el fin de aumentar una cantidad de depósito y estabilizar el arco. Es preferible que la cantidad del polvo de hierro en ese caso sea 10% o más y 40% o menos. Con una adición de los mismos en grandes cantidades, es probable que durante la soldadura el arco sea
35 inestable y sea probable que el arco se pierda. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de los mismos puede ser 30%, 20%, o 15% o menos según sea necesario.

Subsecuentemente, se describirán las condiciones para la fuente de energía.

40 En el caso en donde un suministro de soldadura de CC/CA de alta capacidad controlado digitalmente como el descrito en el Documento de Patente 6 se usa para realizar la soldadura por arco sumergido (SAW) en un sistema de soldadura multielectrodo, es posible controlar independientemente la forma de onda de las corrientes de soldadura de los electrodos 7. Sin embargo, en una soldadura de una pasada de en un sistema de soldadura multielectrodo, es importante la penetración de soldadura mediante el primer electrodo 1. Por lo tanto, se examinaron las condiciones para la corriente aplicada al primer electrodo 1.

45 El Documento de Patente 6 describe un ejemplo en el que se usa la corriente continua para el primer electrodo 1 con el propósito de obtener una profundidad de penetración de soldadura requerida. Por lo tanto, la Fig. 6A muestra los perfiles de penetración de soldadura resultantes del metal de soldadura 8 que se obtuvieron del SAW de una pasada de doble cara realizado en la ranura en "V" doble con la corriente continua positiva siendo aplicada al primer electrodo 1. El ángulo de ranura es de 30° desde el punto de vista de supresión del aporte térmico. Hubo casos en donde el arco fue perturbado por la influencia del magnetismo remanente del acero, y en algunos casos se observó
50 que los centros de los perfiles de penetración de soldadura en la superficie frontal y superficie posterior del metal de soldadura 8 no estaban alineados. Además, desde el punto de vista del perfil de penetración de soldadura del metal de soldadura 8, se observa que debido a que la parte inferior del metal de soldadura 8 es muy estrecha, existe una alta posibilidad de fusión incompleta con sólo un ligero desalineamiento entre los centros de las penetraciones de soldadura. Por consiguiente, se considera que este método es efectivo en el caso de una soldadura por una cara que requiere una penetración de soldadura profunda. La aplicación de este método a la soldadura de doble cara con la ranura en "V" doble es difícil, y no es práctica.
55

Por otro lado, la Fig. 6B muestra los perfiles de penetración de soldadura del metal de soldadura 8 en el caso en donde la corriente de soldadura alterna cuya relación de la forma de onda entre la magnitud positiva y la magnitud

negativa es 60% se aplica al primer electrodo 1. La profundidad de penetración de soldadura en este caso es menor que en el caso en donde la corriente continua positiva se aplica al primer electrodo 1. Sin embargo, incluso cuando la anchura del cordón es mayor y los centros del metal de soldadura 8 en ambos lados están desalineados, es improbable que ocurra una fusión incompleta. Por lo tanto, se encuentra que es favorable ese control de forma de onda. Obsérvese que, con la aplicación de la corriente continua negativa al primer electrodo 1, hay casos de arco inestable debido a una influencia del alto magnetismo remanente. Por lo tanto, la aplicación de la corriente continua negativa no está dentro del alcance de la presente invención.

Por las razones anteriores, es preferible que la forma de onda de la corriente de soldadura para el primer electrodo 1 tenga un efecto de mejorar la velocidad de alimentación del alambre y que sea capaz de evitar fácilmente la fusión incompleta, incluso en aberturas estrechas. Como condición para eso, se usa una corriente alterna cuya relación de la forma de onda es 60% o mayor y 90%. Para evitar una fusión incompleta, el límite inferior de la relación de la forma de onda puede ser de 65%, 68%, o 71%, y el límite superior de la relación de la forma de onda puede ser de 85%, 82%, o 78%.

Los datos obtenidos al examinar esto con más detalle se muestran en la Fig. 7 a la Fig. 9. Para una ranura de la Fig. 10, se crea el arco con las condiciones para que el primer electrodo 1 sean 2.500 A, 35 V y para el segundo electrodo 2 y para que los electrodos subsiguientes sean 1.500 A, 40 V, con la relación de la forma de onda siendo fijada en 90%, y que la velocidad de soldeo sea 50 cm/minuto. Variándose la relación de la forma de onda del primer electrodo 1, se fabrica una longitud de la soldadura de 5 m. Se cortan cincuenta probetas de corte transversal macroscópico a cada 10 cm, y se comprueba si hay fusión incompleta en el talón (superficie de la raíz). La evaluación se hace de la siguiente manera. Si se encuentra una fusión incompleta de 50 superficies de corte transversal macroscópicas, se evalúa como 1/50 y una incidencia de fusión incompleta de 2%.

De la Fig. 7 a la Fig. 9, en cualquiera de los sistemas de soldadura de dos electrodos, sistema de soldadura de cuatro electrodos, y sistema de soldadura de seis electrodos, la relación de la forma de onda del primer electrodo 1 es 60% o mayor y 90% o menor. Por lo tanto, se verifica que se suprime la incidencia de fusión incompleta.

Adicionalmente, el segundo electrodo 2 y los electrodos subsiguientes no tienen una influencia marcada en el perfil de penetración de soldadura del metal de soldadura 8. En cuanto a estos electrodos, será suficiente con considerar la mejora de la velocidad de alimentación del alambre. Por lo tanto, la relación de la forma de onda se establece en 70% o mayor (incluyendo la corriente continua negativa con una relación de la forma de onda de 100%) para todos los electrodos 7 desde el segundo electrodo 2 hasta el final de los electrodos subsiguientes. Para mejorar la velocidad de alimentación del alambre, la relación de la forma de onda puede ser 75% o mayor, 80% o mayor, o 85% o mayor. Desde el punto de vista de asegurar la productividad (velocidad de soldadura) hasta cierto punto y evitar una complejidad excesiva de la estructura de la instalación, el número de electrodos usado para la soldadura es dos o más y seis o menos. Para hacer un mejor uso de las características de la presente solicitud, el número de electrodos puede ser tres, cuatro, o más, o el espesor de placa del acero puede ser 55 mm o mayor, 60 mm o mayor, o 65 mm o mayor.

Las Figs. 11 a 13 muestran los resultados de exámenes detallados sobre las relaciones de forma de onda del segundo electrodo 2 y los electrodos subsiguientes. Para el sistema de soldadura de seis electrodos, se usa la ranura de la Fig. 10. Para el sistema de soldadura de cuatro electrodos, se usa la ranura de la Fig. 14. Para el sistema de soldadura de dos electrodos, se usa la ranura de la Fig. 15. Las condiciones de soldadura para el primer electrodo 1 eran 2.500 A, 35 V, y una relación de la forma de onda de 70%. Las condiciones de soldadura para el segundo electrodo 2 y los electrodos subsiguientes son 1.800 A, 40 V, siendo variable la relación de la forma de onda. La velocidad de soldadura es de 50 cm/minuto. Se fabrica una longitud de soldadura de 5 m, variando la relación de la forma de onda de forma similar a la mencionada anteriormente. Se cortan cada 10 cm cincuenta superficies de corte transversal macroscópicas, y se comprueba el relleno incompleto. La estimación es hecha en términos de la relación de la probeta macroscópica en donde se ha producido el relleno incompleto. Por ejemplo, si se descubre relleno incompleto en 50 superficies de corte transversal macroscópicas, se estima que la incidencia de relleno incompleto es de 2%. De las Figs. 11 a 13, la incidencia de relleno incompleto disminuye con un aumento en la relación de la forma de onda. Por lo tanto, se verifica que es posible obtener una cantidad de depósito requerida sin variar el aporte térmico.

En la presente invención, no es particularmente necesario imponer limitaciones al espacio entre la disposición de los ángulos y similares, de los electrodos 7 desde el primer electrodo 1 hasta el segundo electrodo 2 y los electrodos subsiguientes. En el ensayo de soldadura anteriormente mencionado, los electrodos 7 están dispuestos como se muestra en la Fig. 20, en la que el espacio entre los electrodos 7 es 70 mm y los electrodos 7 están dispuestos a lo largo del área central de la anchura de la ranura. El ángulo del primer electrodo es un ángulo de arrastre de 10°. El ángulo del segundo electrodo es un ángulo de arrastre de 7°. El ángulo del tercer electrodo es un ángulo de arrastre de 4°. El ángulo del cuarto electrodo es un ángulo de empuje de 4°. El ángulo del quinto electrodo es un ángulo de empuje de 7°. El ángulo del sexto electrodo (electrodo final) es un ángulo de empuje de 10°.

El intervalo de aplicación del espesor de la placa del acero de la presente invención, como se ha descrito anteriormente, se establece a más de 50 mm y 100 mm o menos, considerando el espesor de placa de los aceros usados para la base del generador de energía eólica.

El efecto de la presente invención se manifiesta por sí sólo, especialmente en la soldadura de aceros con un espesor de placa de más de 50 mm. Por lo tanto, el límite inferior de un espesor de placa se establece a más de 50 mm. Sin embargo, incluso cuando un espesor de placa es superior a 100 mm, la aplicación de la presente invención resulta en un excesivo aporte térmico, al no obtener la tenacidad requerida. Por lo tanto, el límite superior de un espesor de placa se fija en 100 mm.

Como perfiles de una pluralidad de ranuras formadas entre un par de elementos de acero, el talón (para ser más específico, la altura del talón) es preferiblemente de 5 mm o más y 25% o menos del espesor de la placa. La razón es la siguiente. Cuando una altura es de 5 mm o más, la cedencia no se puede tratar desde el punto de vista de la precisión del mecanizado. Cuando la altura es superior al 25% del espesor de placa, el talón es excesivamente grande y conlleva a una alta posibilidad de una fusión incompleta. Aquí, la altura del talón se refiere a una altura del talón en la dirección del espesor de la placa del acero. Por ejemplo, en la Fig. 10, el talón tiene una altura de 14 mm.

Desde el punto de vista de la supresión de aporte térmico, el ángulo de la ranura es preferiblemente 30° o más y 50° o menos. La razón es la siguiente. Cuando una ranura estrecha cuyo ángulo es menor de 30°, es probable que el centro de la anchura del cordón de soldadura se desplace y es difícil obtener una profundidad de penetración de soldadura suficiente. Por otro lado, cuando el ángulo es superior a 50°, el área de la sección transversal de la ranura se vuelve ancha y el aporte térmico de la soldadura se vuelve alto, lo que no es favorable.

Se han descrito los modos definidos en la presente invención y los modos preferidos en los que se mecaniza una ranura en "V" doble en un par de elementos de acero con un espesor de placa de más de 50 mm y 100 mm o menos, sobre el que se realiza una soldadura de una pasada desde las superficies frontal y posterior mediante la soldadura por arco sumergido con multielectrodos. A continuación, se presenta una descripción adicional de la operatividad y efecto de la presente invención a través de Ejemplos.

Ejemplos

Las composiciones químicas del acero y del alambre de soldadura ofrecidas para los ensayos se muestran en la Tabla 1. Las composiciones de los fundentes se muestran en la Tabla 2. El cero en la Tabla 2 indica que el elemento relevante no está contenido a propósito. Los perfiles de ranura de un par de elementos de acero se muestran en la Fig. 10, y en las Figs. 14 a 18. En cuanto a la soldadura del par de elementos de acero, se usó una fuente de energía de soldadura capaz de controlar la corriente de soldadura para realizar soldadura de una pasada por ambas superficies mediante la soldadura por arco sumergido en el sistema de soldadura de dos electrodos al sistema de soldeo de seis electrodos. Las condiciones de soldeo distintas de la relación de la forma de onda se muestran en las Tablas 3 a 8. Las relaciones de la forma de onda de la corriente de soldadura para cada uno de electrodos 7 se muestran en las Figs. 9 a 13. La Tabla 3 muestra las condiciones de soldadura para un espesor de placa de 100 mm con 6 electrodos. La Tabla 4 muestra las condiciones de soldadura para un espesor de placa de 70 mm con 5 electrodos. La Tabla 5 muestra las condiciones de soldadura para un espesor de placa de 60 mm con 4 electrodos. La Tabla 6 muestra las condiciones de soldadura para un espesor de placa de 55 mm con 3 electrodos. La Tabla 7 muestra las condiciones de soldadura para un espesor de placa de 51 mm con 2 electrodos. La Tabla 8 muestra las condiciones de soldadura para un espesor de placa de 110 mm con 6 electrodos.

En cuanto a los ángulos de cada uno de los electrodos 7, se adoptó un ángulo de arrastre de 10° para el primer electrodo 1 para asegurar la penetración de la soldadura, y se adoptó un ángulo de empuje de 10° para el electrodo final para asegurar el aspecto de la pasada. El espacio entre los electrodos se determinó para optimizar la cantidad del baño de metal fundido, y se adoptó 70 mm como el espacio entre los electrodos. Los electrodos 7 estaban dispuestos en el área central de la anchura de la ranura.

Se cortaron piezas del metal de soldadura 8 fabricado en las posiciones de la Fig. 19. Las piezas se mecanizaron en muestras de análisis de composición, en probetas de ensayo de tracción con barra de sección redonda en A1 de JIS Z 3111 (diámetro: 12,5 mm, longitud de la galga (GL, por sus siglas en inglés): 50 mm), y probeta de entalla en V en JIS Z 2242 (tamaño completo de la probeta 10 mm). A continuación, las piezas mecanizadas se sometieron a los ensayos. Los resultados de las evaluaciones basadas en los criterios bueno/no bueno de la Tabla 14 se muestran en la Tabla 15 a Tabla 19. La temperatura para el Ensayo de impacto Charpy era -40 C.

En los ensayos No. 100-1 a 100-37, ensayos No. 70-1 a 70-37, ensayos No. 60-1 a 60-37, ensayos No. 55-1 a 55-37, y ensayos No. 51-1 a 51-37, que son Ejemplos de la presente invención, los resultados muestran que: la altura del refuerzo excesivo de la pasada era adecuada; no se presentó una fusión incompleta; no se produjeron mordeduras; la resistencia y tenacidad del metal de soldadura 8 fueron favorables. Especialmente en los ensayos No. 100-3 a 100-6, ensayos No. 100-15 a 100-18, ensayos No. 100-27 a 100-30, ensayos No. 70-3 a 70-6, ensayos No. 70-15 a 70-18, ensayos No. 70-27 a 70-30, ensayos No. 60-3 a 60-6, ensayos No. 60-15 a 60-18, ensayos No. 60-27 a 60-30, ensayos No. 55-3 a 55-6, ensayos No. 55-15 a 55-18, ensayos No. 55-27 a 55-30, ensayos No. 51-3 a 51-6, ensayos No. 51-15 a 51-18, y ensayos No. 51-27 a 51-30, en donde el Al₂O₃ era de 38% o más y SiO₂ era de 22% o más, se aseguró la altura del refuerzo excesivo de 3 mm o más y se manifestó el efecto de aumentar la velocidad de alimentación del alambre mediante el fundente composición.

En los ensayos No. 100-11, 100-23, y 100-35, ensayos No. 70-11, 70-23, y 70-35, ensayos No. 60-11, 60-23, y 60-

35, ensayos No. 55-11, 55-23, y 55-35, y ensayos No. 51-11, 51-23, y 51-35, la altura del refuerzo excesivo era de 2 mm o más, mostrando así un efecto excelente de aumentar una cantidad de depósito a través del efecto de Al_2O_3 y SiO_2 , aunque no estaba contenido un polvo de hierro.

5 En los ensayos No. 100-12, 100-24, y 100-36, ensayos No. 70-12, 70-24, y 70-36, ensayos No. 60-12, 60-24, y 60-36, ensayos No. 55-12, 55-24, y 55-36, y ensayos No. 51-12, 51-24, y 51-36, en los que se aumentó la cantidad de polvo de hierro a 20%, la altura del refuerzo excesivo era de 4 mm o más, mostrando así un efecto aún superior por aumentar una cantidad de depósito además de los efectos anteriormente mencionados de Al_2O_3 y SiO_2 .

10 Por otro lado, en los ensayos No. 100-38, 70-38, 60-38, 55-38, y 51-38, la relación de la forma de onda de la corriente de soldadura para el primer electrodo 1 era del 50%, que no está dentro del alcance de la presente invención. Por lo tanto, la anchura del perfil de penetración de soldadura del metal de soldadura 8 era estrecha, por lo tanto, se produjo una fusión incompleta, como se muestra en la Fig. 6A. En consecuencia, no fueron buenos. En los ensayos No. 100-39, 70-39, 60-39, 55-39, y 51-39, se usó una corriente continua negativa con una relación de la forma de onda de 100% como la corriente de soldadura para el primer electrodo 1. Por lo tanto, el arco era inestable, por lo tanto, no fue posible obtener una profundidad de penetración de soldadura adecuada del metal de soldadura 8. Esto dio lugar a que se produjera una fusión incompleta. En consecuencia, no fueron buenos.

15 En los ensayos No. 100-40 a 100-44, ensayos No. 70-40 a 70-43, ensayos No. 60-40 a 60-42, ensayos No. 55-40 a 55-41, y ensayos No. 51-40, hubo un electrodo 7 con una relación de la forma de onda de la corriente de soldadura de 60%, que no está dentro del alcance de la presente invención, entre el segundo electrodo 2 y los electrodos subsiguientes. Por lo tanto, no fue posible obtener una cantidad de depósito requerida, que no está dentro de la menor altura del refuerzo excesivo. Esto evitó que el depósito de metal se llenara hasta la superficie de una placa de acero 9. En consecuencia, no fueron buenos.

20 En los ensayos No. 100-45 y ensayos No. 100-46, ensayos No. 70-44 y ensayos No. 70-45, ensayos No. 60-43 y ensayos No. 60-44, ensayos No. 55-42 y ensayos No. 55-43, y ensayos No. 51-41 y ensayos No. 51-42, el Al_2O_3 o SiO_2 fueron inferiores que el valor límite inferior correspondiente de la presente invención. Por lo tanto, no fue posible obtener una cantidad de depósito requerida, dando lugar a la menor altura del refuerzo excesivo. Esto evitó que el depósito de metal se llenara hasta la superficie de una placa de acero 9. En consecuencia, no fueron buenos.

25 En los ensayos No. 100-47 y ensayos No. 100-48, ensayos No. 70-46 y ensayos No. 70-47, ensayos No. 60-45 y ensayos No. 60-46, ensayos No. 55-44 y ensayos No. 55-45, y ensayos No. 51-43 y ensayos No. 51-44, el Al_2O_3 o SiO_2 estaban contenidos de manera excesiva en una cantidad por encima del respectivo valor límite superior de la presente invención, dando lugar a una tenacidad deteriorada del metal de soldadura 8. En consecuencia, no fueron buenos.

30 En los ensayos No. 100-49 a 100-52, ensayos No. 70-48 a 70-51, ensayos No. 60-47 a 60-50, ensayos No. 55-46 a 55-49, y ensayos No. 51-45 a 51-48, una cantidad total de MgO , $TriO_2$, CaF_2 y MnO era menor que 10%, que es el valor límite inferior de la presente invención, dando lugar a una ocurrencia de mordeduras. En consecuencia, no fueron buenos.

35 En los ensayos No. 100-53, 70-52, 60-51, y 55-50, y ensayos No. 51-49, el contenido de MgO era excesivo, fuera del alcance de la presente invención, dando lugar a una ocurrencia de mordeduras. En consecuencia, no fueron buenos.

40 En los ensayos No. 100-54, 70-53, y 60-52, y ensayos No. 55-51 y 51-50, el contenido de TiO_2 era excesivo, lo que no está dentro del alcance de la presente invención, dando lugar a una tenacidad deteriorada del metal de soldadura 8. En consecuencia, no fueron buenos.

45 En los ensayos No. 100-55, 70-54, 60-53, 55-52, y 51-51, el contenido de CaF_2 era excesivo, lo que no está dentro del alcance de la presente invención, por lo tanto, el arco era inestable. Esto hizo imposible obtener una profundidad de penetración de soldadura adecuada del metal de soldadura 8, dando lugar a que ocurriera una fusión incompleta. En consecuencia, no fueron buenos.

En los ensayos No. 100-56, 70-55, 60-54, 55-53, y 51-52, el contenido de MnO era excesivo, lo que no está dentro del alcance de la presente invención, dando lugar a una tenacidad deteriorada del metal de soldadura 8. En consecuencia, no fueron buenos.

50 En los ensayos No. 100-57, 70-56, 60-55, 55-54, y 51-53, una cantidad total de MgO , TiO_2 , CaF_2 , y MnO era excesiva, más del 60%, lo cual es el valor límite superior de la presente invención, por lo tanto, el arco era inestable. Esto hizo imposible obtener una profundidad de penetración de soldadura adecuada del metal de soldadura 8, dando lugar a que ocurriera una fusión incompleta. En consecuencia, no fueron buenos.

55 En los ensayos No. 100-58, el espesor de placa era excesivo, lo que no está dentro del alcance de la presente invención. Por lo tanto, el aporte térmico era alto y condujo a una tenacidad deteriorada del metal de soldadura 8. En consecuencia, no fue bueno.

ES 2 619 031 T3

Tabla 1

(Unidad: % en masa)									
	C	Si	Mn	P	S	Al	Ni	Mo	Ti
ACERO	0,12	0,23	1,54	0,012	10,007	0,003	0	0	0,01
ALAMBRE DE SOLDADURA	0,06	0,33	1,4	0,007	0,003	0,01	4,23	1, 24	0,05

Tabla 2

CATEGORÍA	FUNDENTE	GRUPO α		TOTAL DE GRUPO α	GRUPO β				TOTAL DE GRUPO β	POLVO DE HIERRO	TOTAL
		Al ₂ O ₃	SiO ₂		MgO	TiO ₂	CaF ₂	MnO			
EJEMPLO	A	12	18	30	20	10	20	10	60	10	100
EJEMPLO	B	38	18	56	10	10	0	14	34	10	100
EJEMPLO	C	45	25	70	10	0	10	0	20	10	100
EJEMPLO	D	40	30	70	10	0	0	10	20	10	100
EJEMPLO	E	50	30	80	5	0	5	0	10	10	100
EJEMPLO	F	50	30	80	0	5	0	5	10	10	100
EJEMPLO	G	30	20	50	40	0	0	0	40	10	100
EJEMPLO	H	50	20	70	0	20	0	0	20	10	100
EJEMPLO	I	40	20	60	0	0	30	0	30	10	100
EJEMPLO	J	50	20	70	0	0	0	20	20	10	100
EJEMPLO	K	40	30	70	0	5	10	15	30	0	100
EJEMPLO	L	40	30	70	0	2	5	3	10	20	100
EJEMPLO COMPARATIVO	M	8	30	38	10	12	20	10	52	10	100
EJEMPLO COMPARATIVO	N	40	14	54	10	0	12	14	36	10	100
EJEMPLO COMPARATIVO	O	52	18	70	10	0	10	0	20	10	100
EJEMPLO COMPARATIVO	P	30	32	62	10	0	10	8	28	10	100
EJEMPLO COMPARATIVO	Q	50	30	80	8	0	0	0	8	12	100
EJEMPLO COMPARATIVO	R	43	25	68	0	8	0	0	8	24	100
EJEMPLO COMPARATIVO	S	39	23	62	0	0	8	0	8	30	100
EJEMPLO COMPARATIVO	T	43	25	68	0	0	0	8	8	24	100
EJEMPLO COMPARATIVO	U	31	17	48	42	0	0	0	42	10	100
EJEMPLO COMPARATIVO	V	43	25	68	0	22	0	0	22	10	100
EJEMPLO COMPARATIVO	W	35	23	58	0	0	32	0	32	10	100

(Unidad: % en masa)

EJEMPLO COMPARATIVO	X	43	25	68	0	0	0	22	22	10	100
EJEMPLO COMPARATIVO	Y	11	17	28	25	15	15	7	62	10	100

Tabla 3

	1.º ELEC- TRODO	2.º ELEC- TRODO	3.º ELEC- TRODO	4.º ELEC- TRODO	5.º ELEC- TRODO	6.º ELEC- TRODO
CORRIENTE (A)	2.800	1.800	1.600	1.000	900	900
VOLTAJE (V)	35	40	42	44	48	52
DIÁMETRO DEL ALAMBRE (mm)	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
ÁNGULO DEL ELECTRODO	-10°	-7°	-4°	+4°	+7°	+10°
DISTANCIA ENTRE ELEC- TRODOS	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS SE FIJA EN 70 mm					
VELOCIDAD DE SOLDEO	60 cm/min					
APOORTE TÉRMICO	371 kJ/cm					

Tabla 4

	1.º ELEC- TRODO	2.º ELEC- TRODO	3.º ELEC- TRODO	4.º ELEC- TRODO	5.º ELEC- TRODO	6.º ELEC- TRODO
CORRIENTE (A)	2.800	1.800	1.600	1.200	900	-
VOLTAJE (V)	35	40	42	44	48	-
DIÁMETRO DEL ALAMBRE (mm)	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	-
ÁNGULO DEL ELECTRODO	-10°	-7°	-4°	+4°	+10°	-
DISTANCIA ENTRE ELEC- TRODOS	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS SE FIJA EN 70 mm					
VELOCIDAD DE SOLDEO	80 cm/min					
APOORTE TÉRMICO	250 kJ/cm					

Tabla 5

	1.º ELEC- TRODO	2.º ELEC- TRODO	3.º ELEC- TRODO	4.º ELEC- TRODO	5.º ELEC- TRODO	6.º ELEC- TRODO
CORRIENTE (A)	2.500	2.200	1.600	1.400	-	-
VOLTAJE (V)	35	40	42	44	-	-
DIÁMETRO DEL ALAMBRE (mm)	6,4	6,4	6,4	6,4	-	-
ÁNGULO DEL ELECTRODO	-10°	-7°	-4°	+10°	-	-
DISTANCIA ENTRE ELEC- TRODOS	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS SE FIJA EN 70 mm					
VELOCIDAD DE SOLDEO	90 cm/min					

ES 2 619 031 T3

APORTE TÉRMICO	203 kJ/cm
----------------	-----------

Tabla 6

	1.º ELEC-TRODO	2.º ELEC-TRODO	3.º ELEC-TRODO	4.º ELEC-TRODO	5.º ELEC-TRODO	6.º ELEC-TRODO
CORRIENTE (A)	1.800	1.700	1.600	-	-	-
VOLTAJE (V)	35	40	42	-	-	-
DIÁMETRO DEL ALAMBRE (mm)	6,4	6,4	6,4	-	-	-
ÁNGULO DEL ELECTRODO	-10°	-7°	+10°	-	-	-
DISTANCIA ENTRE ELEC-TRODOS	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS SE FIJA EN 70 mm					
WELDING SPEED	50 cm/min					
APORTE TÉRMICO	132 kJ/cm					

Tabla 7

	1.º ELEC-TRODO	2.º ELEC-TRODO	3.º ELEC-TRODO	4.º ELEC-TRODO	5.º ELEC-TRODO	6.º ELEC-TRODO
CORRIENTE (A)	1.800	1.700	-	-	-	-
VOLTAJE (V)	35	40	-	-	-	-
DIÁMETRO DEL ALAMBRE(mm)	6,4	6,4	-	-	-	-
ÁNGULO DEL ELECTRODO	-10°	+10°	-	-	-	-
DISTANCIA ENTRE ELEC-TRODOS	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS SE FIJA EN 70 mm					
VELOCIDAD DE SOLDEO	50 cm/min					
APORTE TÉRMICO	87 kJ/cm					

5 **Tabla 8**

	1.º ELEC-TRODO	2.º ELEC-TRODO	3.º ELEC-TRODO	4.º ELEC-TRODO	5.º ELEC-TRODO	6.º ELEC-TRODO
CORRIENTE (A)	2.700	1.800	1.600	900	800	600
VOLTAJE (V)	35	40	42	44	48	52
DIÁMETRO DEL ALAMBRE (mm)	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
ÁNGULO DEL ELECTRODO	-10°	-7°	-4°	+4°	+4°	+10°
DISTANCIA ENTRE ELEC-TRODOS	ESPACIO ENTRE ELECTRODOS SE FIJA EN 70 mm					

ES 2 619 031 T3

VELOCIDAD DE SOLDEO	39 cm/min
APORTE TÉRMICO	528 kJ/cm

Tabla 9

NO.	CATEGORÍA	ESPE-SOR DE PLACA (mm)	FUN-DENTE	RELACIÓN DE LA FORMA DE ONDA (%)					
				1.º ELEC-TRODO	2.º ELEC-TRODO	3.º ELEC-TRODO	4.º ELEC-TRODO	5.º ELEC-TRODO	6.º ELEC-TRODO
100-1	EJEMPLO	100	A	60	70	70	70	70	70
100-2	EJEMPLO	100	B	60	70	70	70	70	70
100-3	EJEMPLO	100	C	60	70	70	70	70	70
100-4	EJEMPLO	100	D	60	70	70	70	70	70
100-5	EJEMPLO	100	E	60	70	70	70	70	70
100-6	EJEMPLO	100	F	60	70	70	70	70	70
100-7	EJEMPLO	100	G	60	70	70	70	70	70
100-8	EJEMPLO	100	H	60	70	70	70	70	70
100-9	EJEMPLO	100	I	60	70	70	70	70	70
100-10	EJEMPLO	100	J	60	70	70	70	70	70
100-11	EJEMPLO	100	K	60	70	70	70	70	70
100-12	EJEMPLO	100	L	60	70	70	70	70	70
100-13	EJEMPLO	100	A	90	70	70	70	70	70
100-14	EJEMPLO	100	B	90	70	70	70	70	70
100-15	EJEMPLO	100	C	90	70	70	70	70	70
100-16	EJEMPLO	100	D	90	70	70	70	70	70
100-17	EJEMPLO	100	E	90	70	70	70	70	70
100-18	EJEMPLO	100	F	90	70	70	70	70	70
100-19	EJEMPLO	100	G	90	70	70	70	70	70
100-20	EJEMPLO	100	H	90	70	70	70	70	70
100-21	EJEMPLO	100	I	90	70	70	70	70	70
100-22	EJEMPLO	100	J	90	70	70	70	70	70
100-23	EJEMPLO	100	K	90	70	70	70	70	70
100-24	EJEMPLO	100	L	90	70	70	70	70	70
100-25	EJEMPLO	100	A	75	100	100	100	100	100
100-26	EJEMPLO	100	B	75	100	100	100	100	100
100-27	EJEMPLO	100	C	75	100	100	100	100	100
100-28	EJEMPLO	100	D	75	100	100	100	100	100
100-29	EJEMPLO	100	E	75	100	100	100	100	100
100-30	EJEMPLO	100	F	75	100	100	100	100	100
100-31	EJEMPLO	100	G	75	100	100	100	100	100
100-32	EJEMPLO	100	H	75	100	100	100	100	100
100-33	EJEMPLO	100	I	75	100	100	100	100	100

ES 2 619 031 T3

100-34	EJEMPLO	100	J	75	100	100	100	100	100
100-35	EJEMPLO	100	K	75	100	100	100	100	100
100-36	EJEMPLO	100	L	75	100	100	100	100	100
100-37	EJEMPLO	100	A	75	70	80	80	90	100
100-38	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	C	50	70	70	70	70	70
100-39	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	C	100	70	70	70	70	70
100-40	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	C	75	60	70	70	70	70
100-41	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	C	75	70	60	70	70	70
100-42	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	C	75	70	70	60	70	70
100-43	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	C	75	70	70	70	60	70
100-44	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	C	75	70	70	70	70	60
100-45	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	M	75	90	90	90	90	90
100-46	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	N	75	90	90	90	90	90
100-47	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	O	75	90	90	90	90	90
100-48	EJEMPLO COMPARA TIVO	100	P	75	90	90	90	90	90
100-49	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	Q	75	90	90	90	90	90
100-50	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	R	75	90	90	90	90	90
100-51	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	S	75	90	90	90	90	90
100-52	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	T	75	90	90	90	90	90
100-53	EJEMPLO COMPA- RATIVO	100	U	75	90	90	90	90	90

ES 2 619 031 T3

100-54	EJEMPLO COMPARATIVO	100	V	75	90	90	90	90	90
100-55	EJEMPLO COMPARATIVO	100	W	75	90	90	90	90	90
100-56	EJEMPLO COMPARATIVO	100	X	75	90	90	90	90	90
100-57	EJEMPLO COMPARATIVO	100	Y	75	90	90	90	90	90
100-58	EJEMPLO COMPARATIVO	110	D	75	100	100	100	100	100

Tabla 10

NO.	CATEGORÍA	ESPE-SOR DE PLACA (mm)	FUN-DENTE	RELACIÓN DE LA FORMA DE ONDA (%)					
				1.º ELEC-TRODO	2.º ELEC-TRODO	3.º ELEC-TRODO	4.º ELEC-TRODO	5.º ELEC-TRODO	6.º ELEC-TRODO
70-1	EJEMPLO	70	A	60	70	70	70	70	
70-2	EJEMPLO	70	B	60	70	70	70	70	
70-3	EJEMPLO	70	C	60	70	70	70	70	
70-4	EJEMPLO	70	D	60	70	70	70	70	
70-5	EJEMPLO	70	E	60	70	70	70	70	
70-6	EJEMPLO	70	F	60	70	70	70	70	
70-7	EJEMPLO	70	G	60	70	70	70	70	
70-8	EJEMPLO	70	H	60	70	70	70	70	
70-9	EJEMPLO	70	I	60	70	70	70	70	
70-10	EJEMPLO	70	J	60	70	70	70	70	
70-11	EJEMPLO	70	K	60	70	70	70	70	
70-12	EJEMPLO	70	L	60	70	70	70	70	
70-13	EJEMPLO	70	A	90	70	70	70	70	
70-14	EJEMPLO	70	B	90	70	70	70	70	
70-15	EJEMPLO	70	C	90	70	70	70	70	
70-16	EJEMPLO	70	D	90	70	70	70	70	
70-17	EJEMPLO	70	E	90	70	70	70	70	
70-18	EJEMPLO	70	F	90	70	70	70	70	
70-19	EJEMPLO	70	G	90	70	70	70	70	
70-20	EJEMPLO	70	H	90	70	70	70	70	
70-21	EJEMPLO	70	I	90	70	70	70	70	
70-22	EJEMPLO	70	J	90	70	70	70	70	
70-23	EJEMPLO	70	K	60	70	70	70	70	
70-24	EJEMPLO	70	L	60	70	70	70	70	

ES 2 619 031 T3

70-25	EJEMPLO	70	A	75	100	100	100	100	
70-26	EJEMPLO	70	B	75	100	100	100	100	
70-27	EJEMPLO	70	C	75	100	100	100	100	
70-28	EJEMPLO	70	D	75	100	100	100	100	
70-29	EJEMPLO	70	E	75	100	100	100	100	
70-30	EJEMPLO	70	F	75	100	100	100	100	
70-31	EJEMPLO	70	G	75	100	100	100	100	
70-32	EJEMPLO	70	H	75	100	100	100	100	
70-33	EJEMPLO	70	I	75	100	100	100	100	
70-34	EJEMPLO	70	J	75	100	100	100	100	
70-35	EJEMPLO	70	K	60	70	70	70	70	
70-36	EJEMPLO	70	L	60	70	70	70	70	
70-37	EJEMPLO	70	A	75	70	80	80	90	
70-38	EJEMPLO COMPARATIVO	70	C	50	70	70	70	70	
70-39	EJEMPLO COMPARATIVO	70	C	100	70	70	70	70	
70-40	EJEMPLO COMPARATIVO	70	C	75	60	70	70	70	
70-41	EJEMPLO COMPARATIVO	70	C	75	70	60	70	70	
70-42	EJEMPLO COMPARATIVO	70	C	75	70	70	60	70	
70-43	EJEMPLO COMPARATIVO	70	C	75	70	70	70	60	
70-44	EJEMPLO COMPARATIVO	70	M	75	90	90	90	90	
70-45	EJEMPLO COMPARATIVO	70	N	75	90	90	90	90	
70-46	EJEMPLO COMPARATIVO	70	O	75	90	90	90	90	
70-47	EJEMPLO COMPARATIVO	70	P	75	90	90	90	90	
70-48	EJEMPLO COMPARATIVO	70	Q	75	90	90	90	90	
70-49	EJEMPLO COMPARATIVO	70	R	75	90	90	90	90	

ES 2 619 031 T3

70-50	EJEMPLO COMPARATIVO	70	S	75	90	90	90	90	
70-51	EJEMPLO COMPARATIVO	70	T	75	90	90	90	90	
70-52	EJEMPLO COMPARATIVO	70	U	75	90	90	90	90	
70-53	EJEMPLO COMPARATIVO	70	V	75	90	90	90	90	
70-54	EJEMPLO COMPARATIVO	70	W	75	90	90	90	90	
70-55	EJEMPLO COMPARATIVO	70	X	75	90	90	90	90	
70-56	EJEMPLO COMPARATIVO	70	Y	75	90	90	90	90	

Tabla 11

NO.	CATEGORÍA	ESPE-SOR DE PLACA (mm)	FUN-DENTE	RELACIÓN DE LA FORMA DE ONDA (%)					
				1.º ELEC-TRODO	2.º ELEC-TRODO	3.º ELEC-TRODO	4.º ELEC-TRODO	5.º ELEC-TRODO	6.º ELEC-TRODO
60-1	EJEMPLO	60	A	60	70	70	70		
60-2	EJEMPLO	60	B	60	70	70	70		
60-3	EJEMPLO	60	C	60	70	70	70		
60-4	EJEMPLO	60	D	60	70	70	70		
60-5	EJEMPLO	60	E	60	70	70	70		
60-6	EJEMPLO	60	F	60	70	70	70		
60-7	EJEMPLO	60	G	60	70	70	70		
60-8	EJEMPLO	60	H	60	70	70	70		
60-9	EJEMPLO	60	I	60	70	70	70		
60-10	EJEMPLO	60	J	60	70	70	70		
60-11	EJEMPLO	60	K	60	70	70	70		
60-12	EJEMPLO	60	L	60	70	70	70		
60-13	EJEMPLO	60	A	90	70	70	70		
60-14	EJEMPLO	60	B	90	70	70	70		
60-15	EJEMPLO	60	C	90	70	70	70		
60-16	EJEMPLO	60	D	90	70	70	70		
60-17	EJEMPLO	60	E	90	70	70	70		
60-18	EJEMPLO	60	F	90	70	70	70		
60-19	EJEMPLO	60	G	90	70	70	70		
60-20	EJEMPLO	60	H	90	70	70	70		

ES 2 619 031 T3

60-21	EJEMPLO	60	I	90	70	70	70		
60-22	EJEMPLO	60	J	90	70	70	70		
60-23	EJEMPLO	60	K	60	70	70	70		
60-24	EJEMPLO	60	L	60	70	70	70		
60-25	EJEMPLO	60	A	75	100	100	100		
60-26	EJEMPLO	60	B	75	100	100	100		
60-27	EJEMPLO	60	C	75	100	100	100		
60-28	EJEMPLO	60	D	75	100	100	100		
60-29	EJEMPLO	60	E	75	100	100	100		
60-30	EJEMPLO	60	F	75	100	100	100		
60-31	EJEMPLO	60	G	75	100	100	100		
60-32	EJEMPLO	60	H	75	100	100	100		
60-33	EJEMPLO	60	I	75	100	100	100		
60-34	EJEMPLO	60	J	75	100	100	100		
60-35	EJEMPLO	60	K	60	70	70	70		
60-36	EJEMPLO	60	L	60	70	70	70		
60-37	EJEMPLO	60	A	75	70	80	80		
60-38	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	C	50	70	70	70		
60-39	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	C	100	70	70	70		
60-40	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	C	75	60	70	70		
60-41	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	C	75	70	60	70		
60-42	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	C	75	70	70	60		
60-43	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	M	75	90	90	90		
60-44	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	N	75	90	90	90		
60-45	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	O	75	90	90	90		
60-46	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	P	75	90	90	90		
60-47	EJEMPLO COMPA- RATIVO	60	Q	75	90	90	90		

ES 2 619 031 T3

60-48	EJEMPLO COMPARATIVO	60	R	75	90	90	90		
60-49	EJEMPLO COMPARATIVO	60	S	75	90	90	90		
60-50	EJEMPLO COMPARATIVO	60	T	75	90	90	90		
60-51	EJEMPLO COMPARATIVO	60	U	75	90	90	90		
60-52	EJEMPLO COMPARATIVO	60	V	75	90	90	90		
60-53	EJEMPLO COMPARATIVO	60	W	75	90	90	90		
60-54	EJEMPLO COMPARATIVO	60	X	75	90	90	90		
60-55	EJEMPLO COMPARATIVO	60	Y	75	90	90	90		

Tabla 12

NO.	CATEGORÍA	ESPE-SOR DE PLACA (mm)	FUN-DENTE	RELACIÓN DE LA FORMA DE ONDA (%)					
				1.º ELEC-TRODO	2.º ELEC-TRODO	3.º ELEC-TRODO	4.º ELEC-TRODO	5.º ELEC-TRODO	6.º ELEC-TRODO
55-1	EJEMPLO	55	A	60	70	70			
55-2	EJEMPLO	55	B	60	70	70			
55-3	EJEMPLO	55	C	60	70	70			
55-4	EJEMPLO	55	D	60	70	70			
55-5	EJEMPLO	55	E	60	70	70			
55-6	EJEMPLO	55	F	60	70	70			
55-7	EJEMPLO	55	G	60	70	70			
55-8	EJEMPLO	55	H	60	70	70			
55-9	EJEMPLO	55	I	60	70	70			
55-10	EJEMPLO	55	J	60	70	70			
55-11	EJEMPLO	55	K	60	70	70			
55-12	EJEMPLO	55	L	60	70	70			
55-13	EJEMPLO	55	A	90	70	70			
55-14	EJEMPLO	55	B	90	70	70			
55-15	EJEMPLO	55	C	90	70	70			
55-16	EJEMPLO	55	D	90	70	70			
55-17	EJEMPLO	55	E	90	70	70			

ES 2 619 031 T3

55-18	EJEMPLO	55	F	90	70	70			
55-19	EJEMPLO	55	G	90	70	70			
55-20	EJEMPLO	55	H	90	70	70			
55-21	EJEMPLO	55	I	90	70	70			
55-22	EJEMPLO	55	J	90	70	70			
55-23	EJEMPLO	55	K	60	70	70			
55-24	EJEMPLO	55	L	60	70	70			
55-25	EJEMPLO	55	A	75	100	100			
55-26	EJEMPLO	55	B	75	100	100			
55-27	EJEMPLO	55	C	75	100	100			
55-28	EJEMPLO	55	D	75	100	100			
55-29	EJEMPLO	55	E	75	100	100			
55-30	EJEMPLO	55	F	75	100	100			
55-31	EJEMPLO	55	G	75	100	100			
55-32	EJEMPLO	55	H	75	100	100			
55-33	EJEMPLO	55	I	75	100	100			
55-34	EJEMPLO	55	J	75	100	100			
55-35	EJEMPLO	55	K	60	70	70			
55-36	EJEMPLO	55	L	60	70	70			
55-37	EJEMPLO	55	A	75	70	80			
55-38	EJEMPLO COMPA- RATIVO	55	C	50	70	70			
55-39	EJEMPLO COMPA- RATIVO	55	C	100	70	70			
55-40	EJEMPLO COMPA- RATIVO	55	C	75	60	70			
55-41	EJEMPLO COMPA- RATIVO	55	C	75	70	60			
55-42	EJEMPLO COMPA- RATIVO	55	M	75	90	90			
55-43	EJEMPLO COMPA- RATIVO	55	N	75	90	90			
55-44	EJEMPLO COMPA- RATIVO	55	O	75	90	90			
55-45	EJEMPLO COMPA- RATIVO	55	P	75	90	90			
55-46	EJEMPLO COMPA- RATIVO	55	Q	75	90	90			

ES 2 619 031 T3

55-47	EJEMPLO COMPARATIVO	55	R	75	90	90			
55-48	EJEMPLO COMPARATIVO	55	S	75	90	90			
55-49	EJEMPLO COMPARATIVO	55	T	75	90	90			
55-50	EJEMPLO COMPARATIVO	55	U	75	90	90			
55-51	EJEMPLO COMPARATIVO	55	V	75	90	90			
55-52	EJEMPLO COMPARATIVO	55	W	75	90	90			
55-53	EJEMPLO COMPARATIVO	55	X	75	90	90			
55-54	EJEMPLO COMPARATIVO	55	Y	75	90	90			

Tabla 13

NO.	CATEGORÍA	ESPE-SOR DE PLACA (mm)	FUN-DENTE	RELACIÓN DE LA FORMA DE ONDA (%)					
				1.º ELEC-TRODO	2.º ELEC-TRODO	3.º ELEC-TRODO	4.º ELEC-TRODO	5.º ELEC-TRODO	6.º ELEC-TRODO
51-1	EJEMPLO	51	A	60	70				
51-2	EJEMPLO	51	B	60	70				
51-3	EJEMPLO	51	C	60	70				
51-4	EJEMPLO	51	D	60	70				
51-5	EJEMPLO	51	E	60	70				
51-6	EJEMPLO	51	F	60	70				
51-7	EJEMPLO	51	G	60	70				
51-8	EJEMPLO	51	H	60	70				
51-9	EJEMPLO	51	I	60	70				
51-10	EJEMPLO	51	J	60	70				
51-11	EJEMPLO	51	K	60	70				
51-12	EJEMPLO	51	L	60	70				
51-13	EJEMPLO	51	A	90	70				
51-14	EJEMPLO	51	B	90	70				
51-15	EJEMPLO	51	C	90	70				
51-16	EJEMPLO	51	D	90	70				
51-17	EJEMPLO	51	E	90	70				

ES 2 619 031 T3

51-18	EJEMPLO	51	F	90	70				
51-19	EJEMPLO	51	G	90	70				
51-20	EJEMPLO	51	H	90	70				
51-21	EJEMPLO	51	I	90	70				
51-22	EJEMPLO	51	J	90	70				
51-23	EJEMPLO	51	K	60	70				
51-24	EJEMPLO	51	L	60	70				
51-25	EJEMPLO	51	A	75	100				
51-26	EJEMPLO	51	B	75	100				
51-27	EJEMPLO	51	C	75	100				
51-28	EJEMPLO	51	D	75	100				
51-29	EJEMPLO	51	E	75	100				
51-30	EJEMPLO	51	F	75	100				
51-31	EJEMPLO	51	G	75	100				
51-32	EJEMPLO	51	H	75	100				
51-33	EJEMPLO	51	I	75	100				
51-34	EJEMPLO	51	J	75	100				
51-35	EJEMPLO	51	K	60	70				
51-36	EJEMPLO	51	L	60	70				
51-37	EJEMPLO	51	A	75	70				
51-38	EJEMPLO COMPA- RATIVO	51	C	50	70				
51-39	EJEMPLO COMPA- RATIVO	51	C	100	70				
51-40	EJEMPLO COMPA- RATIVO	51	C	75	60				
51-41	EJEMPLO COMPA- RATIVO	51	M	75	90				
51-42	EJEMPLO COMPA- RATIVO	51	N	75	90				
51-43	EJEMPLO COMPA- RATIVO	51	O	75	90				
51-44	EJEMPLO COMPA- RATIVO	51	P	75	90				
51-45	EJEMPLO COMPA- RATIVO	51	Q	75	90				
51-46	EJEMPLO COMPA- RATIVO	51	R	75	90				

ES 2 619 031 T3

51-47	EJEMPLO COMPARATIVO	51	S	75	90				
51-48	EJEMPLO COMPARATIVO	51	T	75	90				
51-49	EJEMPLO COMPARATIVO	51	U	75	90				
51-50	EJEMPLO COMPARATIVO	51	V	75	90				
51-51	EJEMPLO COMPARATIVO	51	W	75	90				
51-52	EJEMPLO COMPARATIVO	51	X	75	90				
51-53	EJEMPLO COMPARATIVO	51	Y	75	90				

Tabla 14

ALTURA DE LA APLICACIÓN EXCESIVA	EVALUADO COMO BUENO CUANDO LA APLICACIÓN EXCESIVA TIENE UNA ALTURA DE 0 mm o más y 5 mm o menos ARE.
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	EVALUADO COMO BUENO CUANDO NO SE ENCUENTRA FUSIÓN INCOMPLETA EN UNA INSPECCIÓN ULTRASÓNICA
MORDEDURA	EVALUADO COMO BUENO CUANDO NO SE ENCUENTRAN MORDEDURAS
ENSAYO DE TRACCIÓN	EVALUADO COMO BUENO CUANDO LA RESISTENCIA MECÁNICA ES 490 MPA O MAYOR.
ENSAYO CHARPY	EVALUADO COMO BUENO CUANDO EL VALOR MÁS BAJO DE ENERGÍA ABSORBIDA ES 40 J O MÁS ALTO EN EL ENSAYO CHARPY A -40° C.

Tabla 15

NO.	CATEGORÍA	ALTURA DE LA APLICACIÓN EXCESIVA (mm)	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (FUSIÓN INCOMPLETA)	MORDEDURA (mm)	RESISTENCIA MECÁNICA (MPa)	ENSAYO CHARPY (J)	EVALUACIÓN COMPRESIVA
100-1	EJEMPLO	0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	624	68	BUENO
100-2	EJEMPLO	1,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	69	BUENO
100-3	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	665	74	BUENO
100-4	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	628	81	BUENO
100-5	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	78	BUENO
100-6	EJEMPLO	3,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	664	84	BUENO
100-7	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	78	BUENO
100-8	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	651	85	BUENO
100-9	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	669	83	BUENO

ES 2 619 031 T3

100-10	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	624	71	BUENO
100-11	EJEMPLO	2,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	68	BUENO
100-12	EJEMPLO	4,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	627	77	BUENO
100-13	EJEMPLO	0,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	639	79	BUENO
100-14	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	687	73	BUENO
100-15	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	70	BUENO
100-16	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	658	76	BUENO
100-17	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	688	69	BUENO
100-18	EJEMPLO	3,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	625	81	BUENO
100-19	EJEMPLO	0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	78	BUENO
100-20	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	680	75	BUENO
100-21	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	650	70	BUENO
100-22	EJEMPLO	1,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	641	62	BUENO
100-23	EJEMPLO	2,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	78	BUENO
100-24	EJEMPLO	4,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	654	74	BUENO
100-25	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	663	72	BUENO
100-26	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	628	68	BUENO
100-27	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	66	BUENO
100-28	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	674	75	BUENO
100-29	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	72	BUENO
100-30	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	647	62	BUENO
100-31	EJEMPLO	0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	644	85	BUENO
100-32	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	75	BUENO
100-33	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	668	68	BUENO
100-34	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	671	76	BUENO
100-35	EJEMPLO	2,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	647	81	BUENO
100-36	EJEMPLO	4,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	658	76	BUENO
100-37	EJEMPLO	0,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	682	77	BUENO
100-38	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,4	DETECTADO	NO OCURRE	654	65	NO BUENO
100-39	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,2	DETECTADO	NO OCURRE	652	71	NO BUENO
100-40	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	662	77	NO BUENO
100-41	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	661	72	NO BUENO
100-42	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	665	69	NO BUENO

ES 2 619 031 T3

100-43	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	659	70	NO BUENO
100-44	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	663	66	NO BUENO
100-45	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	678	60	NO BUENO
100-46	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	665	68	NO BUENO
100-47	EJEMPLO COMPARATIVO	2,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	687	25	NO BUENO
100-48	EJEMPLO COMPARATIVO	2,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	649	20	NO BUENO
100-49	EJEMPLO COMPARATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	678	56	NO BUENO
100-50	EJEMPLO COMPARATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	659	58	NO BUENO
100-51	EJEMPLO COMPARATIVO	3,7	NO DETECTADO	OCURRE	654	61	NO BUENO
100-52	EJEMPLO COMPARATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	660	66	NO BUENO
100-53	EJEMPLO COMPARATIVO	1,2	NO DETECTADO	OCURRE	654	62	NO BUENO
100-54	EJEMPLO COMPARATIVO	2,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	22	NO BUENO
100-55	EJEMPLO COMPARATIVO	1,5	DETECTADO	NO OCURRE	667	55	NO BUENO
100-56	EJEMPLO COMPARATIVO	2,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	681	16	NO BUENO
100-57	EJEMPLO COMPARATIVO	0,8	DETECTADO	NO OCURRE	650	68	NO BUENO
100-58	EJEMPLO COMPARATIVO	2,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	621	15	NO BUENO

ES 2 619 031 T3

Tabla 16

NO.	CATEGORÍA	ALTURA DE LA APLICACIÓN EXCESIVA (mm)	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (FUSIÓN INCOMPLETA)	MORDEDURA (mm)	RESISTENCIA MECÁNICA (MPa)	ENSAYO CHARPY (J)	EVALUACIÓN COMPRESIVA
70-1	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	688	66	BUENO
70-2	EJEMPLO	1,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	625	84	BUENO
70-3	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	78	BUENO
70-4	EJEMPLO	3,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	666	72	BUENO
70-5	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	60	BUENO
70-6	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	624	75	BUENO
70-7	EJEMPLO	0,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	71	BUENO
70-8	EJEMPLO	1,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	654	79	BUENO
70-9	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	664	83	BUENO
70-10	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	658	81	BUENO
70-11	EJEMPLO	2,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	647	66	BUENO
70-12	EJEMPLO	4,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	72	BUENO
70-13	EJEMPLO	0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	678	73	BUENO
70-14	EJEMPLO	1,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	628	70	BUENO
70-15	EJEMPLO	3,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	76	BUENO
70-16	EJEMPLO	3,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	664	69	BUENO
70-17	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	641	85	BUENO
70-18	EJEMPLO	3,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	663	78	BUENO
70-19	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	651	75	BUENO
70-20	EJEMPLO	1,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	70	BUENO
70-21	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	647	72	BUENO
70-22	EJEMPLO	1,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	644	62	BUENO
70-23	EJEMPLO	2,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	661	78	BUENO
70-24	EJEMPLO	4,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	70	BUENO
70-25	EJEMPLO	0,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	66	BUENO
70-26	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	75	BUENO
70-27	EJEMPLO	3,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	639	85	BUENO
70-28	EJEMPLO	3,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	687	62	BUENO
70-29	EJEMPLO	3,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	647	81	BUENO
70-30	EJEMPLO	3,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	78	BUENO
70-31	EJEMPLO	0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	674	75	BUENO
70-32	EJEMPLO	1,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	650	68	BUENO
70-33	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	668	68	BUENO
70-34	EJEMPLO	1,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	671	76	BUENO
70-35	EJEMPLO	2,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	649	74	BUENO
70-36	EJEMPLO	4,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	650	61	BUENO

ES 2 619 031 T3

70-37	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	668	70	BUENO
70-38	EJEMPLO COMPARATIVO	2,3	DETECTADO	NO OCURRE	654	65	NO BUENO
70-39	EJEMPLO COMPARATIVO	2,2	DETECTADO	NO OCURRE	678	77	NO BUENO
70-40	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	665	72	NO BUENO
70-41	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	678	60	NO BUENO
70-42	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	659	70	NO BUENO
70-43	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	654	71	NO BUENO
70-44	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	687	71	NO BUENO
70-45	EJEMPLO COMPARATIVO	-0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	649	68	NO BUENO
70-46	EJEMPLO COMPARATIVO	2,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	22	NO BUENO
70-47	EJEMPLO COMPARATIVO	2. 8	NO DETECTADO	NO OCURRE	662	18	NO BUENO
70-48	EJEMPLO COMPARATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	660	56	NO BUENO
70-49	EJEMPLO COMPARATIVO	2,4	NO DETECTADO	OCURRE	654	50	NO BUENO
70-50	EJEMPLO COMPARATIVO	3. 7	NO DETECTADO	OCURRE	661	60	NO BUENO
70-51	EJEMPLO COMPARATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	665	64	NO BUENO
70-52	EJEMPLO COMPARATIVO	1,2	NO DETECTADO	OCURRE	659	62	NO BUENO
70-53	EJEMPLO COMPARATIVO	2,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	20	NO BUENO
70-54	EJEMPLO COMPARATIVO	1,5	DETECTADO	NO OCURRE	667	55	NO BUENO

ES 2 619 031 T3

70-55	EJEMPLO COMPARATIVO	2,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	672	15	NO BUENO
70-56	EJEMPLO COMPARATIVO	0,8	DETECTADO	NO OCURRE	650	68	NO BUENO

Tabla 17

NO.	CATEGORÍA	ALTURA DE LA APLICACIÓN EXCESIVA (mm)	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (FUSIÓN INCOMPLETA)	MORDEDURA (mm)	RESISTENCIA MECÁNICA (MPa)	ENSAYO CHARPY (J)	EVALUACIÓN COMPRENSIVA
60-1	EJEMPLO	0,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	654	66	BUENO
60-2	EJEMPLO	1,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	674	69	BUENO
60-3	EJEMPLO	3,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	74	BUENO
60-4	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	642	68	BUENO
60-5	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	657	76	BUENO
60-6	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	647	84	BUENO
60-7	EJEMPLO	0,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	78	BUENO
60-8	EJEMPLO	1,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	667	85	BUENO
60-9	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	628	81	BUENO
60-10	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	81	BUENO
60-11	EJEMPLO	2,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	654	74	BUENO
60-12	EJEMPLO	4,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	638	71	BUENO
60-13	EJEMPLO	0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	651	78	BUENO
60-14	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	70	BUENO
60-15	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	664	76	BUENO
60-16	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	669	79	BUENO
60-17	EJEMPLO	.6	NO DETECTADO	NO OCURRE	624	78	BUENO
60-18	EJEMPLO	3. 7	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	73	BUENO
60-19	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	658	69	BUENO
60-20	EJEMPLO	1,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	688	75	BUENO
60-21	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	625	70	BUENO
60-22	EJEMPLO	1,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	68	BUENO
60-23	EJEMPLO	2. 2	NO DETECTADO	NO OCURRE	657	78	BUENO
60-24	EJEMPLO	4,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	637	71	BUENO
60-25	EJEMPLO	0,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	641	66	BUENO
60-26	EJEMPLO	1,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	663	75	BUENO
60-27	EJEMPLO	3,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	628	72	BUENO
60-28	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	62	BUENO
60-29	EJEMPLO	3,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	644	72	BUENO
60-30	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	83	BUENO

ES 2 619 031 T3

60-31	EJEMPLO	0,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	680	71	BUENO
60-32	EJEMPLO	1,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	650	62	BUENO
60-33	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	668	85	BUENO
60-34	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	671	75	BUENO
60-35	EJEMPLO	2,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	659	76	BUENO
60-36	EJEMPLO	4,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	642	78	BUENO
60-37	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	682	77	BUENO
60-38	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,1	DETECTADO	NO OCURRE	654	74	NO BUENO
60-39	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,4	DETECTADO	NO OCURRE	652	72	NO BUENO
60-40	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	662	71	NO BUENO
60-41	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	661	77	NO BUENO
60-42	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	665	69	NO BUENO
60-43	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-2,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	678	68	NO BUENO
60-44	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	665	58	NO BUENO
60-45	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	687	23	NO BUENO
60-46	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	649	17	NO BUENO
60-47	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,7	NO DETECTADO	OCURRE	678	56	NO BUENO
60-48	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	659	58	NO BUENO
60-49	EJEMPLO COMPA- RATIVO	3. 7	NO DETECTADO	OCURRE	654	61	NO BUENO
60-50	EJEMPLO COMPA- RATIVO	1,2	NO DETECTADO	OCURRE	660	66	NO BUENO
60-51	EJEMPLO COMPA- RATIVO	1,1	NO DETECTADO	OCURRE	654	62	NO BUENO
60-52	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	20	NO BUENO

ES 2 619 031 T3

60-53	EJEMPLO COMPARATIVO	1,6	DETECTADO	NO OCURRE	667	51	NO BUENO
60-54	EJEMPLO COMPARATIVO	2,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	681	14	NO BUENO
60-55	EJEMPLO COMPARATIVO	0,9	DETECTADO	NO OCURRE	650	66	NO BUENO

Tabla 18

NO.	CATEGORÍA	ALTURA DE LA APLICACIÓN EXCESIVA (mm)	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (fusión incompleta)	MORDEDURA (mm)	RESISTENCIA MECÁNICA (MPa)	ENSAYO CHARPY (J)	EVALUACIÓN COMPRESIVA
55-1	EJEMPLO	0,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	632	74	BUENO
55-2	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	647	71	BUENO
55-3	EJEMPLO	3,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	644	79	BUENO
55-4	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	69	BUENO
55-5	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	668	75	BUENO
55-6	EJEMPLO	3,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	671	72	BUENO
55-7	EJEMPLO	0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	664	74	BUENO
55-8	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	628	81	BUENO
55-9	EJEMPLO	1,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	634	78	BUENO
55-10	EJEMPLO	1,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	669	70	BUENO
55-11	EJEMPLO	2,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	70	BUENO
55-12	EJEMPLO	4,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	664	74	BUENO
55-13	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	68	BUENO
55-14	EJEMPLO	1,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	665	75	BUENO
55-15	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	687	70	BUENO
55-16	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	84	BUENO
55-17	EJEMPLO	3,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	639	73	BUENO
55-18	EJEMPLO	3,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	658	62	BUENO
55-19	EJEMPLO	0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	650	76	BUENO
55-20	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	688	69	BUENO
55-21	EJEMPLO	1,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	625	81	BUENO
55-22	EJEMPLO	0,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	641	77	BUENO
55-23	EJEMPLO	2,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	650	75	BUENO
55-24	EJEMPLO	4,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	644	69	BUENO
55-25	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	623	70	BUENO
55-26	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	641	78	BUENO
55-27	EJEMPLO	3,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	663	85	BUENO
55-28	EJEMPLO	3,1	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	83	BUENO

ES 2 619 031 T3

55-29	EJEMPLO	3,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	680	60	BUENO
55-30	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	628	62	BUENO
55-31	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	85	BUENO
55-32	EJEMPLO	1,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	674	75	BUENO
55-33	EJEMPLO	1,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	68	BUENO
55-34	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	66	BUENO
55-35	EJEMPLO	2,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	671	66	BUENO
55-36	EJEMPLO	4,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	653	63	BUENO
55-37	EJEMPLO	0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	682	74	BUENO
55-38	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,6	DETECTADO	NO OCURRE	641	67	NO BUENO
55-39	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,7	DETECTADO	NO OCURRE	666	66	NO BUENO
55-40	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	651	71	NO BUENO
55-41	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	654	70	NO BUENO
55-42	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	687	65	NO BUENO
55-43	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	654	68	NO BUENO
55-44	EJEMPLO COMPA- RATIVO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	20	NO BUENO
55-45	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	667	23	NO BUENO
55-46	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	681	55	NO BUENO
55-47	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,3	NO DETECTADO	OCURRE	665	51	NO BUENO
55-48	EJEMPLO COMPA- RATIVO	3,9	NO DETECTADO	OCURRE	623	56	NO BUENO
55-49	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	645	60	NO BUENO
55-50	EJEMPLO COMPA- RATIVO	1,1	NO DETECTADO	OCURRE	625	67	NO BUENO
55-51	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	655	18	NO BUENO

ES 2 619 031 T3

55-52	EJEMPLO COMPARATIVO	1,7	DETECTADO	NO OCURRE	647	54	NO BUENO
55-53	EJEMPLO COMPARATIVO	1,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	632	14	NO BUENO
55-54	EJEMPLO COMPARATIVO	0,9	DETECTADO	NO OCURRE	661	66	NO BUENO

Tabla 19

NO.	CATEGORÍA	ALTURA DE LA APLICACIÓN EXCESIVA (mm)	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (FUSIÓN INCOMPLETA)	MORDEDURA (mm)	RESISTENCIA MECÁNICA (MPa)	ENSAYO CHARPY (J)	EVALUACIÓN COMPRESIVA
51-1	EJEMPLO	0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	624	68	BUENO
51-2	EJEMPLO	1,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	69	BUENO
51-3	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	665	74	BUENO
51-4	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	628	81	BUENO
51-5	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	78	BUENO
51-6	EJEMPLO	3,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	664	84	BUENO
51-7	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	633	78	BUENO
51-8	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	651	85	BUENO
51-9	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	669	83	BUENO
51-10	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	624	71	BUENO
51-11	EJEMPLO	2,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	647	66	BUENO
51-12	EJEMPLO	4,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	653	62	BUENO
51-13	EJEMPLO	0,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	639	79	BUENO
51-14	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	687	73	BUENO
51-15	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	70	BUENO
51-16	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	658	76	BUENO
51-17	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	688	69	BUENO
51-18	EJEMPLO	3,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	625	81	BUENO
51-19	EJEMPLO	0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	645	78	BUENO
51-20	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	680	75	BUENO
51-21	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	650	70	BUENO
51-22	EJEMPLO	1,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	641	62	BUENO
51-23	EJEMPLO	2. 3	NO DETECTADO	NO OCURRE	649	70	BUENO
51-24	EJEMPLO	4. 6	NO DETECTADO	NO OCURRE	642	63	BUENO
51-25	EJEMPLO	0,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	663	72	BUENO
51-26	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	628	68	BUENO
51-27	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	66	BUENO
51-28	EJEMPLO	3. 5	NO DETECTADO	NO OCURRE	674	75	BUENO

ES 2 619 031 T3

51-29	EJEMPLO	3,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	72	BUENO
51-30	EJEMPLO	3,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	647	62	BUENO
51-31	EJEMPLO	0,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	644	85	BUENO
51-32	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	635	75	BUENO
51-33	EJEMPLO	1,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	668	68	BUENO
51-34	EJEMPLO	1,5	NO DETECTADO	NO OCURRE	671	76	BUENO
51-35	EJEMPLO	2,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	657	69	BUENO
51-36	EJEMPLO	4,7	NO DETECTADO	NO OCURRE	658	78	BUENO
51-37	EJEMPLO	0,4	NO DETECTADO	NO OCURRE	682	77	BUENO
51-38	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,4	DETECTADO	NO OCURRE	654	65	NO BUENO
51-39	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,2	DETECTADO	NO OCURRE	652	71	NO BUENO
51-40	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,2	NO DETECTADO	NO OCURRE	662	77	NO BUENO
51-41	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	678	60	NO BUENO
51-42	EJEMPLO COMPA- RATIVO	-0,8	NO DETECTADO	NO OCURRE	665	68	NO BUENO
51-43	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	687	25	NO BUENO
51-44	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,9	NO DETECTADO	NO OCURRE	649	20	NO BUENO
51-45	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	678	56	NO BUENO
51-46	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	659	58	NO BUENO
51-47	EJEMPLO COMPA- RATIVO	3,7	NO DETECTADO	OCURRE	654	61	NO BUENO
51-48	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,5	NO DETECTADO	OCURRE	660	66	NO BUENO NO BUENO
51-49	EJEMPLO COMPA- RATIVO	1,2	NO DETECTADO	OCURRE	654	62	NO BUENO
51-50	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,3	NO DETECTADO	NO OCURRE	652	22	NO BUENO
51-51	EJEMPLO COMPA- RATIVO	1,5	DETECTADO	NO OCURRE	667	55	NO BUENO

51-52	EJEMPLO COMPA- RATIVO	2,6	NO DETECTADO	NO OCURRE	681	16	NO BUENO
51-53	EJEMPLO COMPA- RATIVO	0,8	DETECTADO	NO OCURRE	650	68	NO BUENO

Aplicabilidad Industrial

5 Según la presente invención, es posible soldar alta y eficientemente una ranura en "V" doble de una placa de acero y obtener metal de soldadura 8 excelente en tenacidad y también a bajas temperaturas. Por lo tanto, es posible fabricar eficientemente la base de instalaciones de generación de energía eólica en áreas frías, contribuyendo significativamente a la proliferación de energía renovable.

Listado de Referencias Numéricas

- 1: primer electrodo
- 2: segundo electrodo
- 10 3: tercer electrodo
- 4: cuarto electrodo
- 5: quinto electrodo
- 6: sexto electrodo
- 7: electrodo
- 15 8: metal de soldadura
- 9: placa de acero
- a, b: amplitud de la forma de onda de la corriente
- c, d: ancho de la forma de onda de la corriente (ciclo)

REIVINDICACIONES

1. Un método de una soldadura por arco sumergido, que comprende:
- una etapa de mecanizado del mecanizado de una ranura en "V" doble en un par de elementos de acero con un espesor de placa de más de 50 mm y 100 mm o menos; y
- 5 una etapa de soldadura realizando una soldadura de una pasada con un fundente sobre el par de elementos de acero desde una superficie frontal y una superficie posterior mediante soldadura por arco sumergido con multielectrodos, usando dos o más electrodos y seis o menos electrodos,
- en donde, en la etapa de soldeo, una corriente de soldadura para un primer electrodo es una corriente alterna con una relación de la forma de onda de 60% o mayor, y 90% o menor, y las corrientes de soldadura para otros
- 10 electrodos son corrientes alternas con una relación de la forma de onda de 70% o mayor, o una corriente continua negativa, y
- en donde el fundente consta de, en una relación de masa a una masa total del fundente:
- Al_2O_3 : 10% o más y 50% o menos; y
- SiO_2 : 16% o más y 30% o menos, y
- 15 adicionalmente:
- uno o más de MgO , TiO_2 , CaF_2 , y MnO , en total del cual es 10% o más y 60% o menos, en donde el MgO está limitado a 40% o menos, el TiO_2 está limitado a 20% o menos, el CaF_2 está limitado a 30% o menos, y el MnO está limitado a 20% o menos; y opcionalmente polvo(s) metálico(s) de Si, Mn, Al, Ti, Mo, Cu, Ni, Cr, o V; y opcionalmente además, polvo de hierro.
- 20 2. El método de soldadura por arco sumergido según la reivindicación 1, en donde la corriente de soldadura para el primer electrodo es 2.500 A o más alta.
3. El método de soldadura por arco sumergido según la reivindicación 1 o 2, en donde, como perfiles de una pluralidad de ranuras formadas entre los elementos de acero, una altura de un talón es de 5 mm o más, y es 25% o menor del espesor de placa.
- 25 4. El método de soldadura por arco sumergido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde un ángulo de ranura de la ranura en "V" doble es de 30° o más y de 50° o menos.

FIG. 1

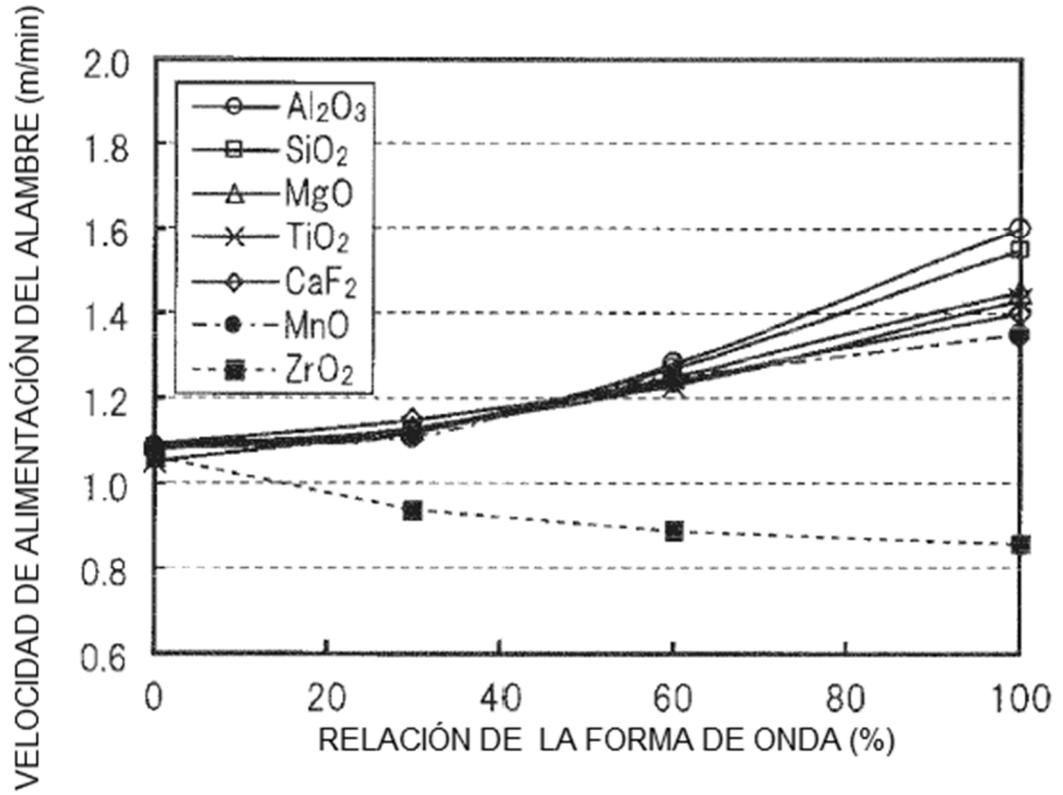


FIG. 2

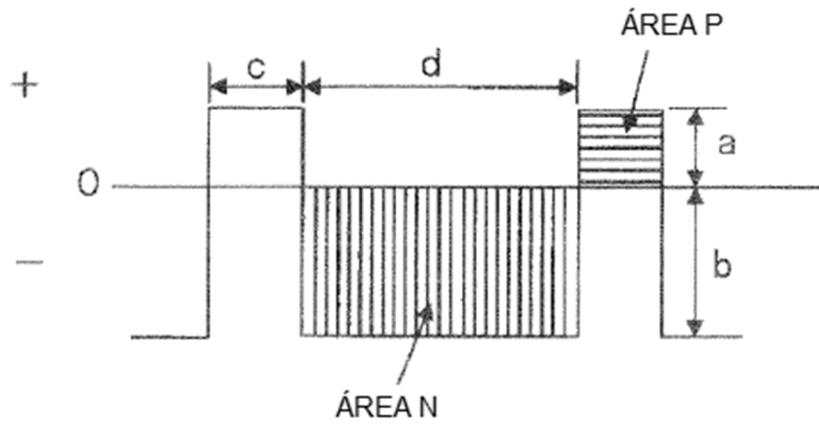


FIG. 3

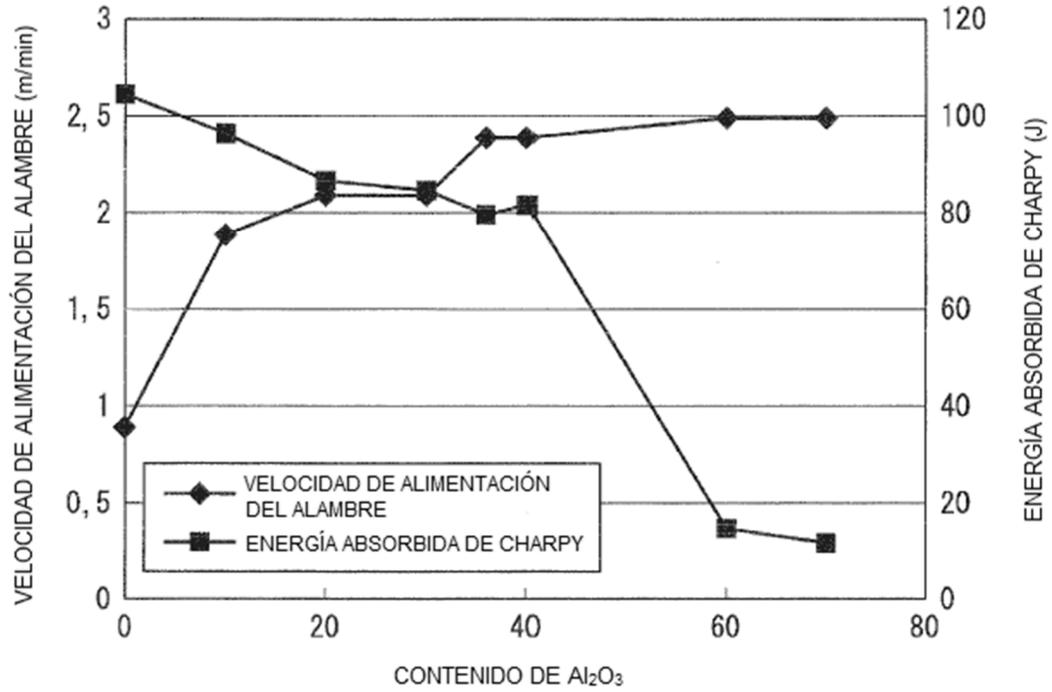


FIG. 4

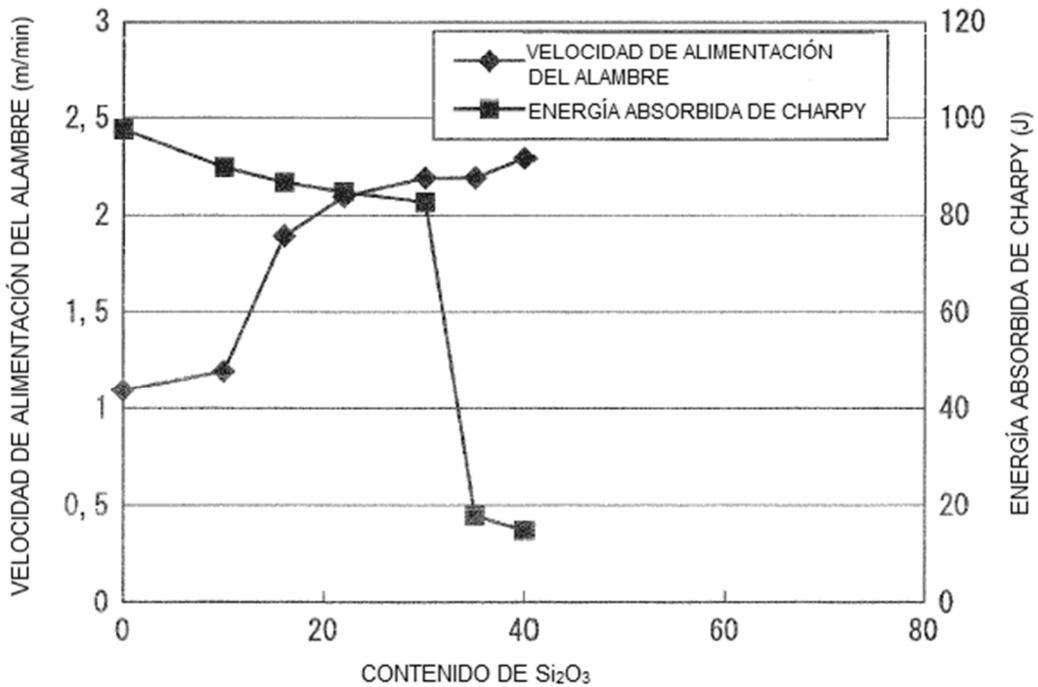


FIG. 5

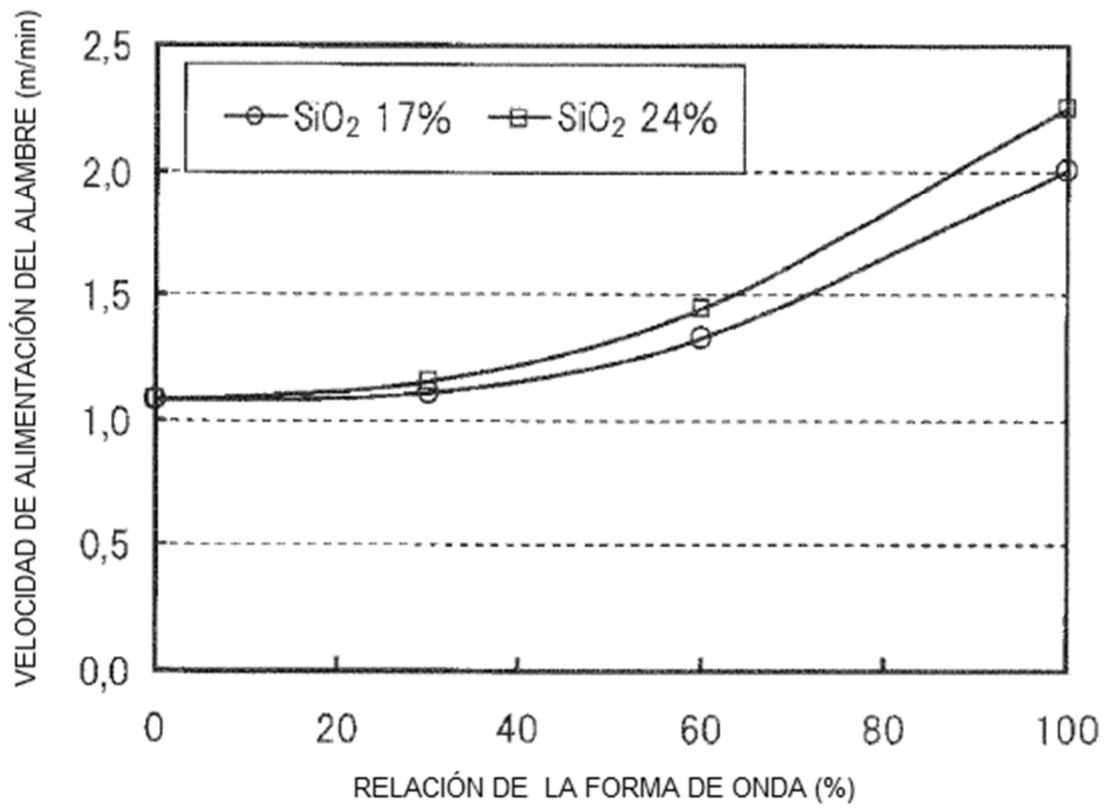


FIG. 6A

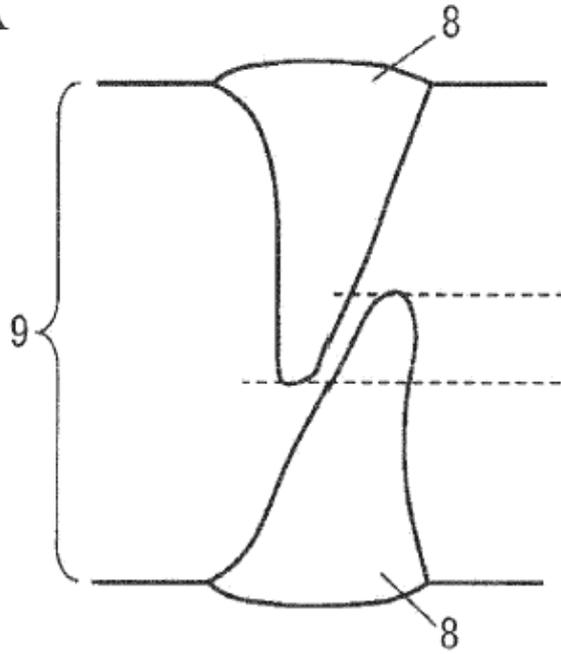


FIG. 6B

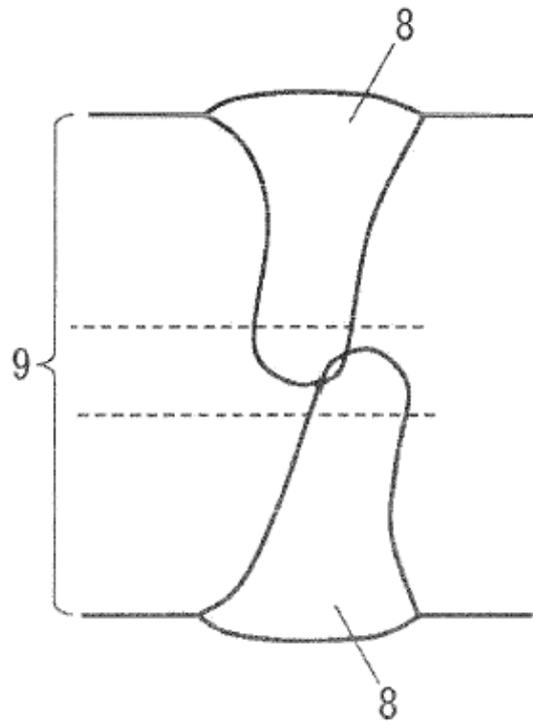


FIG. 7

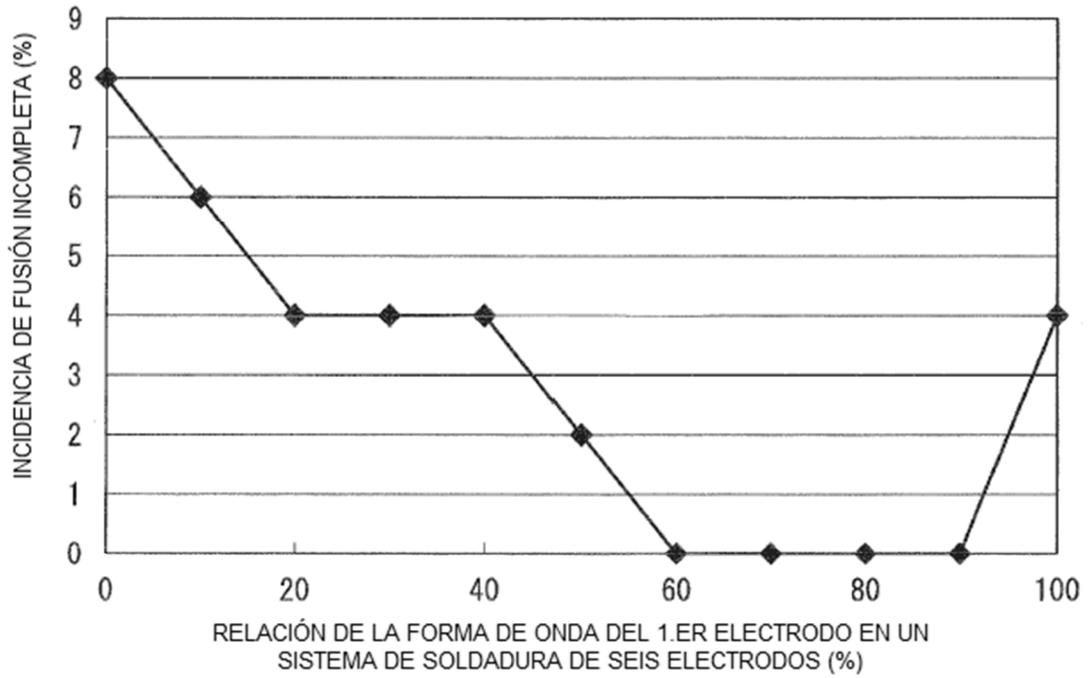


FIG. 8

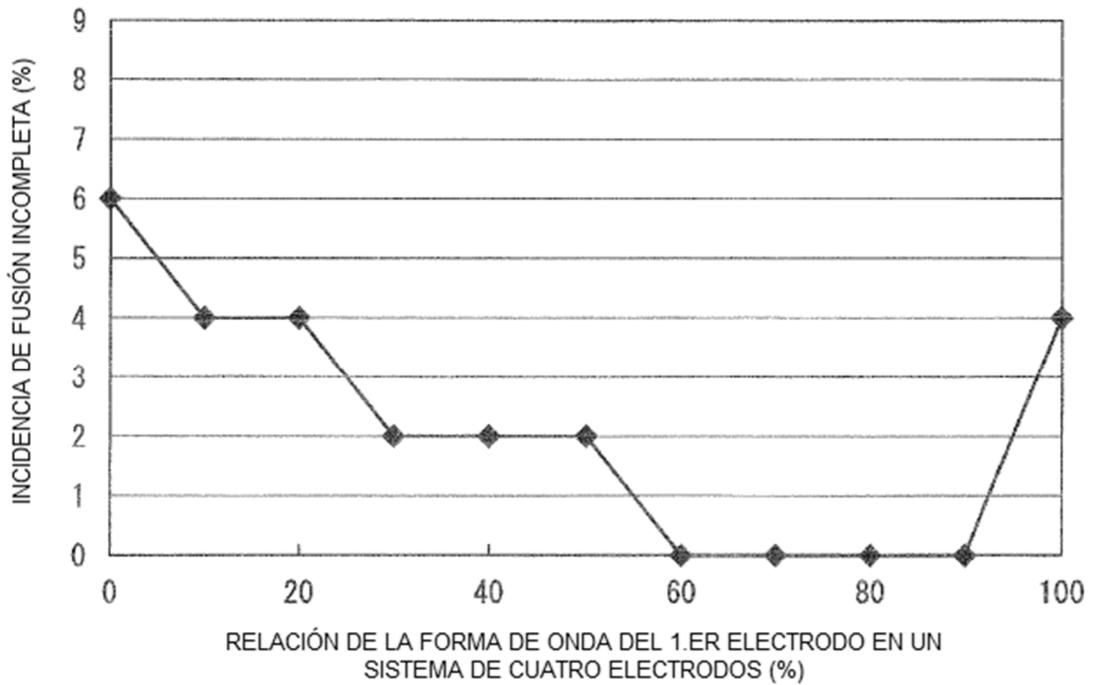


FIG. 9

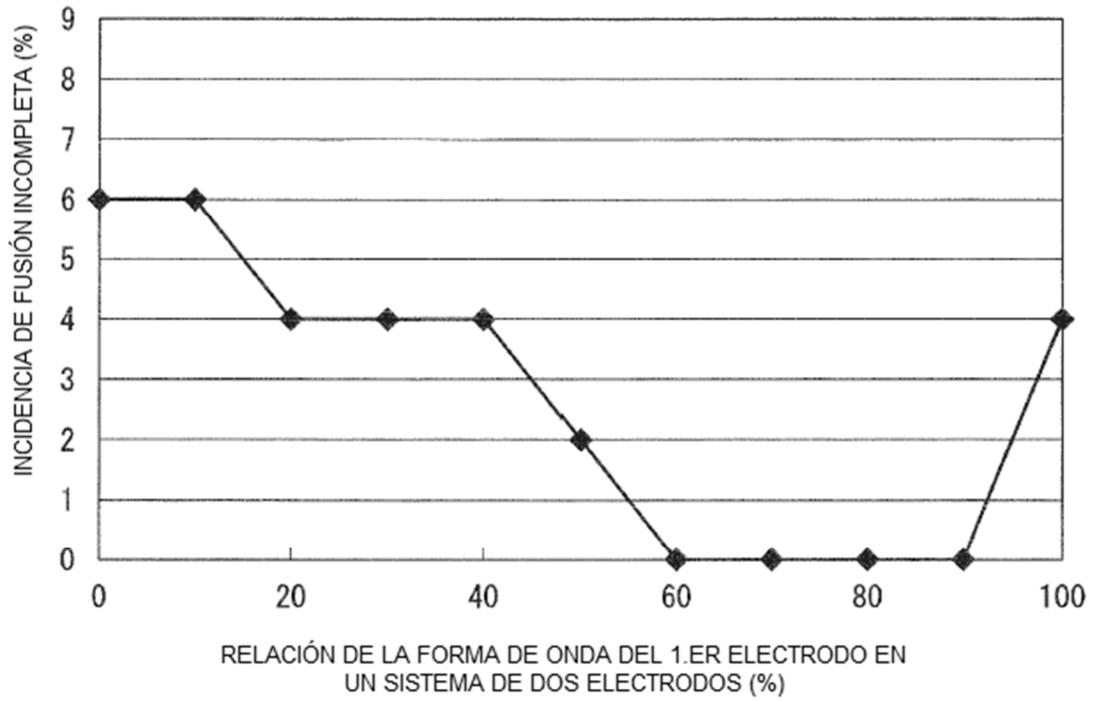


FIG. 10

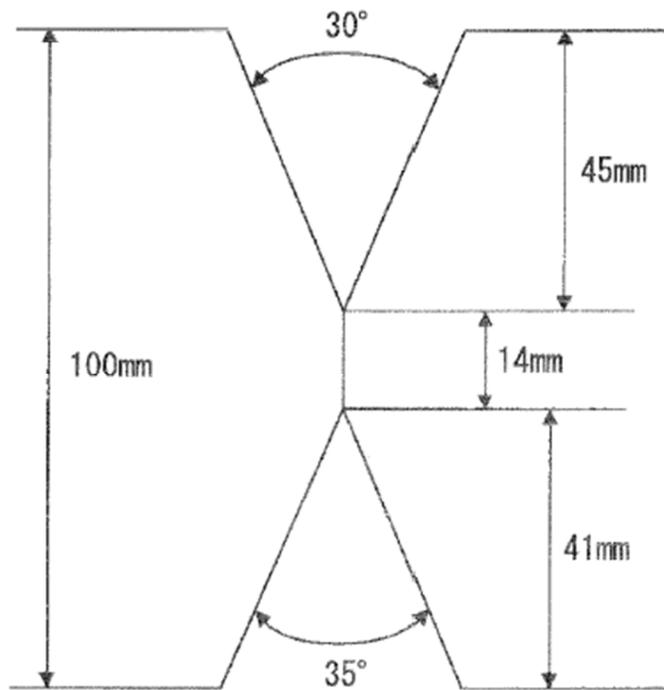


FIG. 11

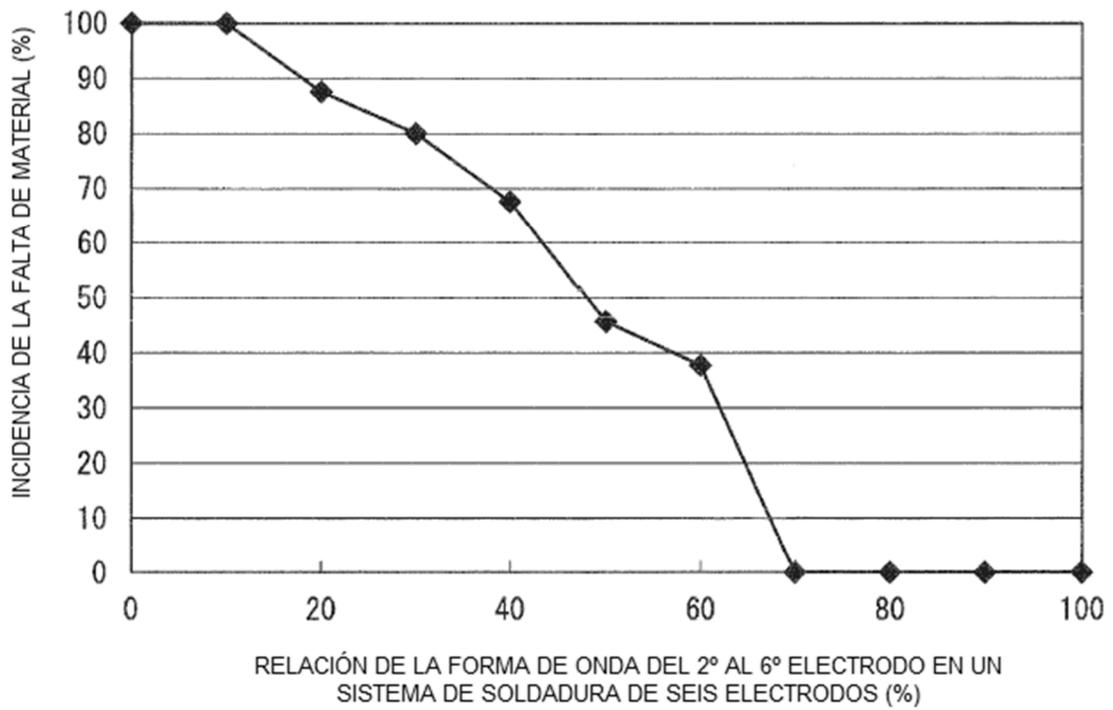


FIG. 12

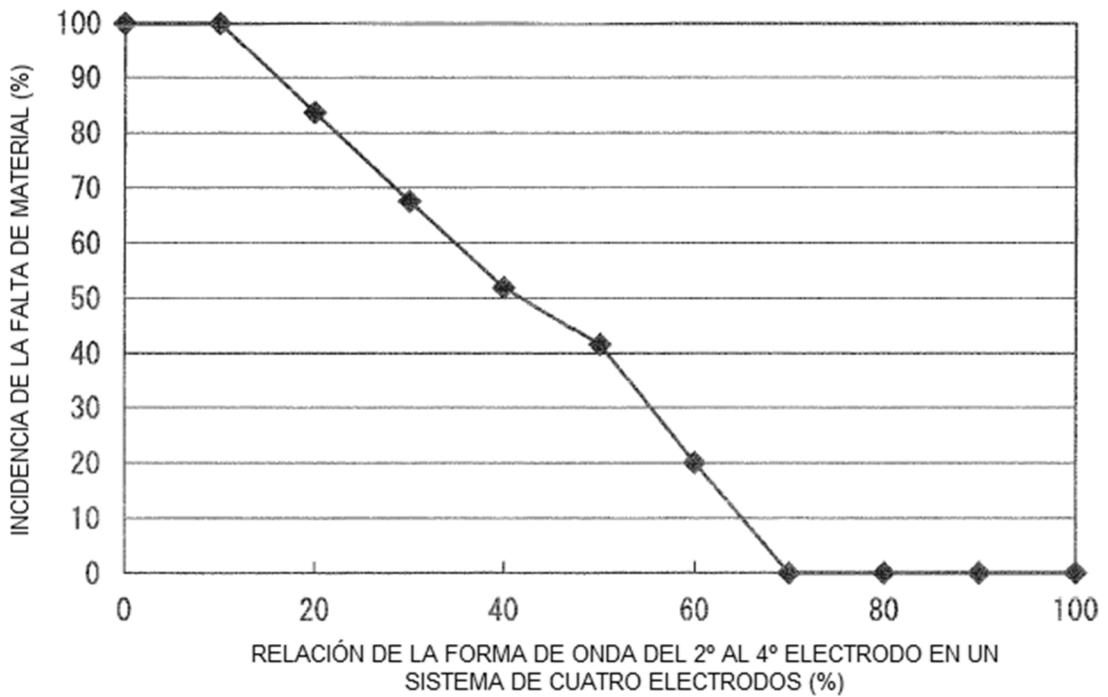


FIG. 13

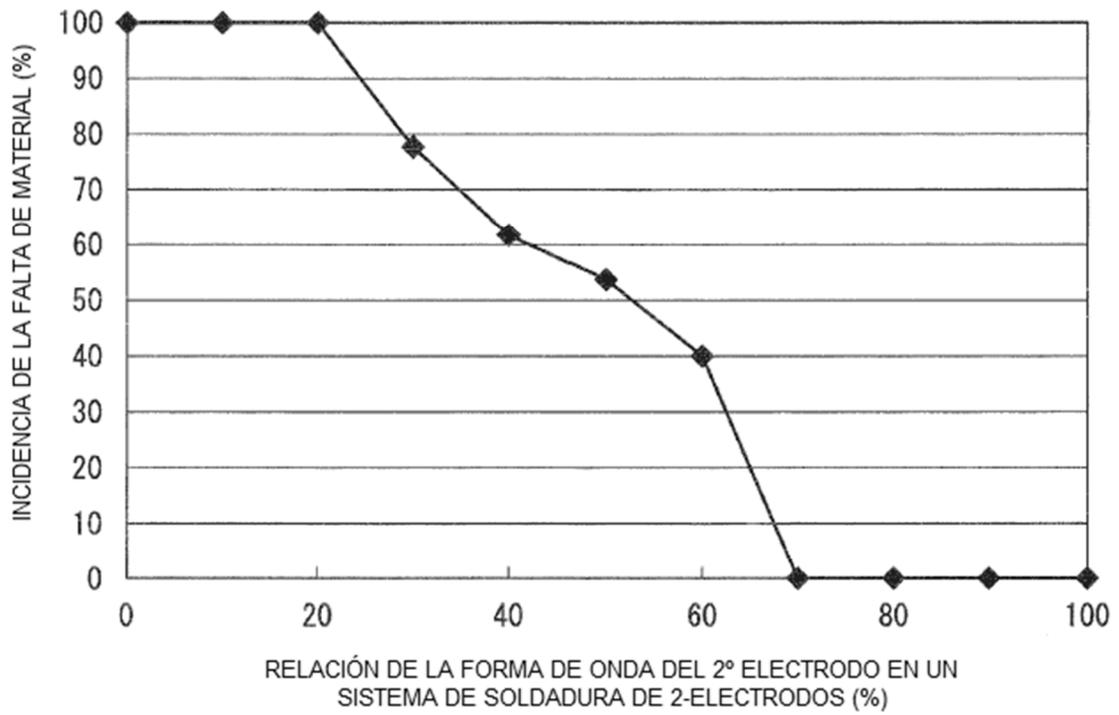


FIG. 14

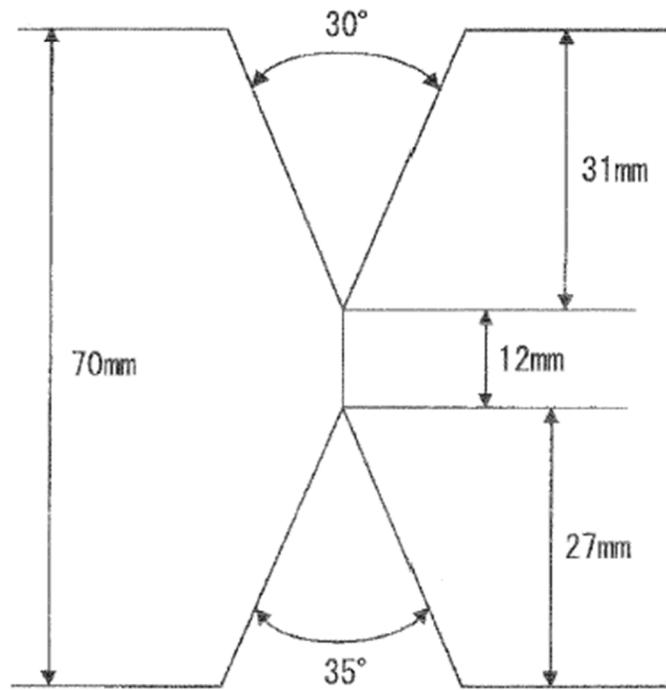


FIG. 15

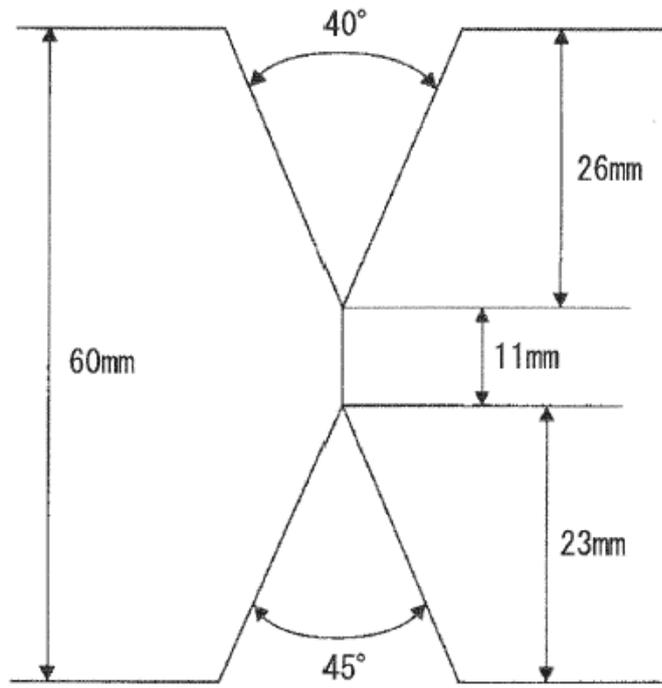


FIG. 16

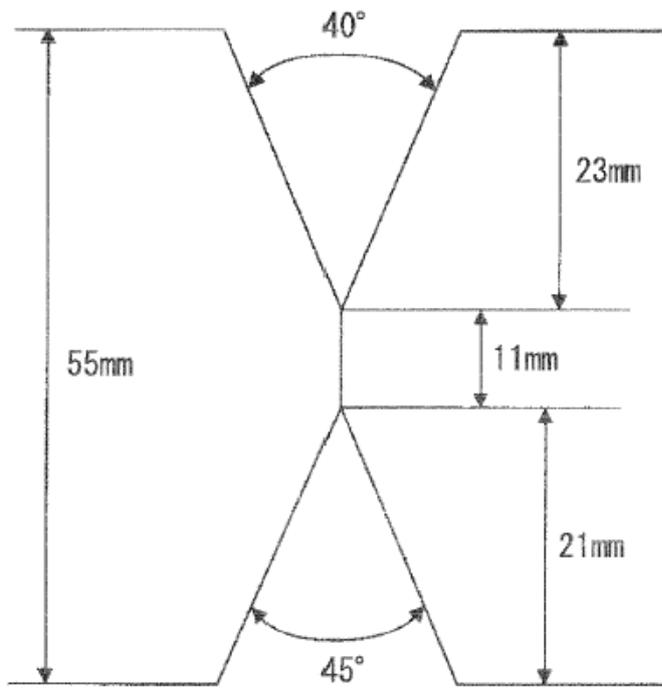


FIG. 17

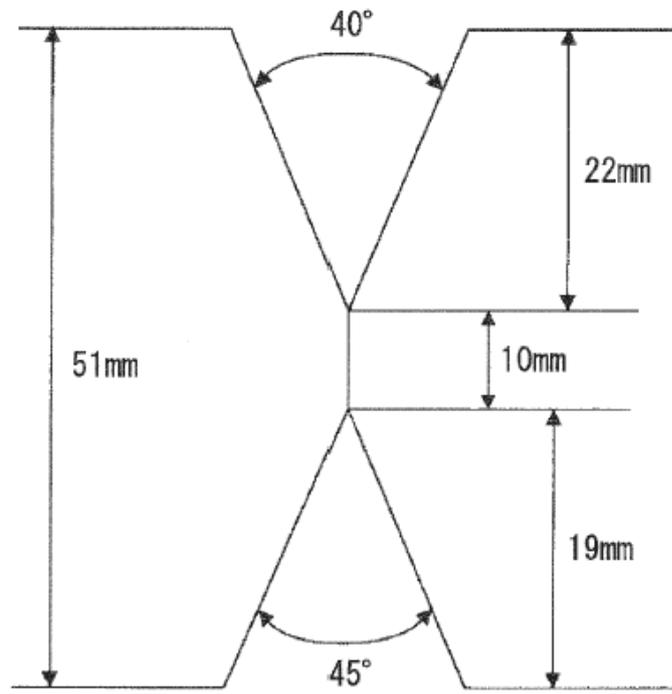


FIG. 18

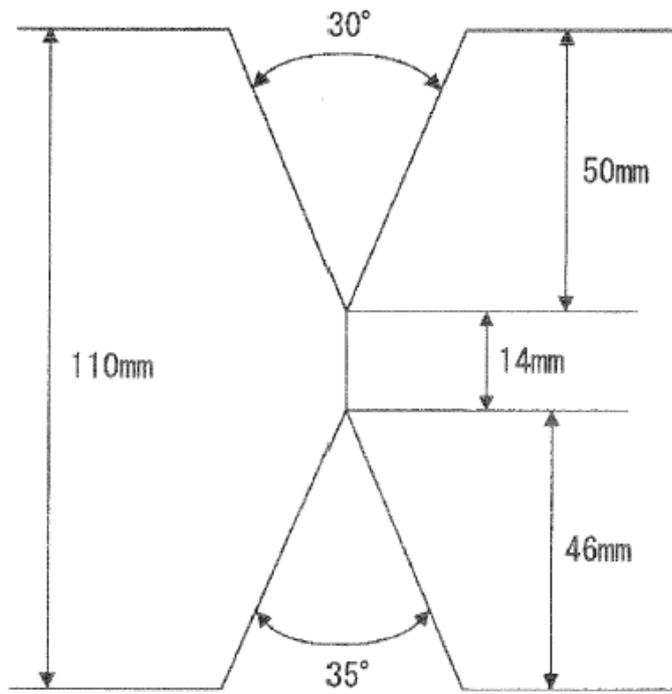


FIG. 19

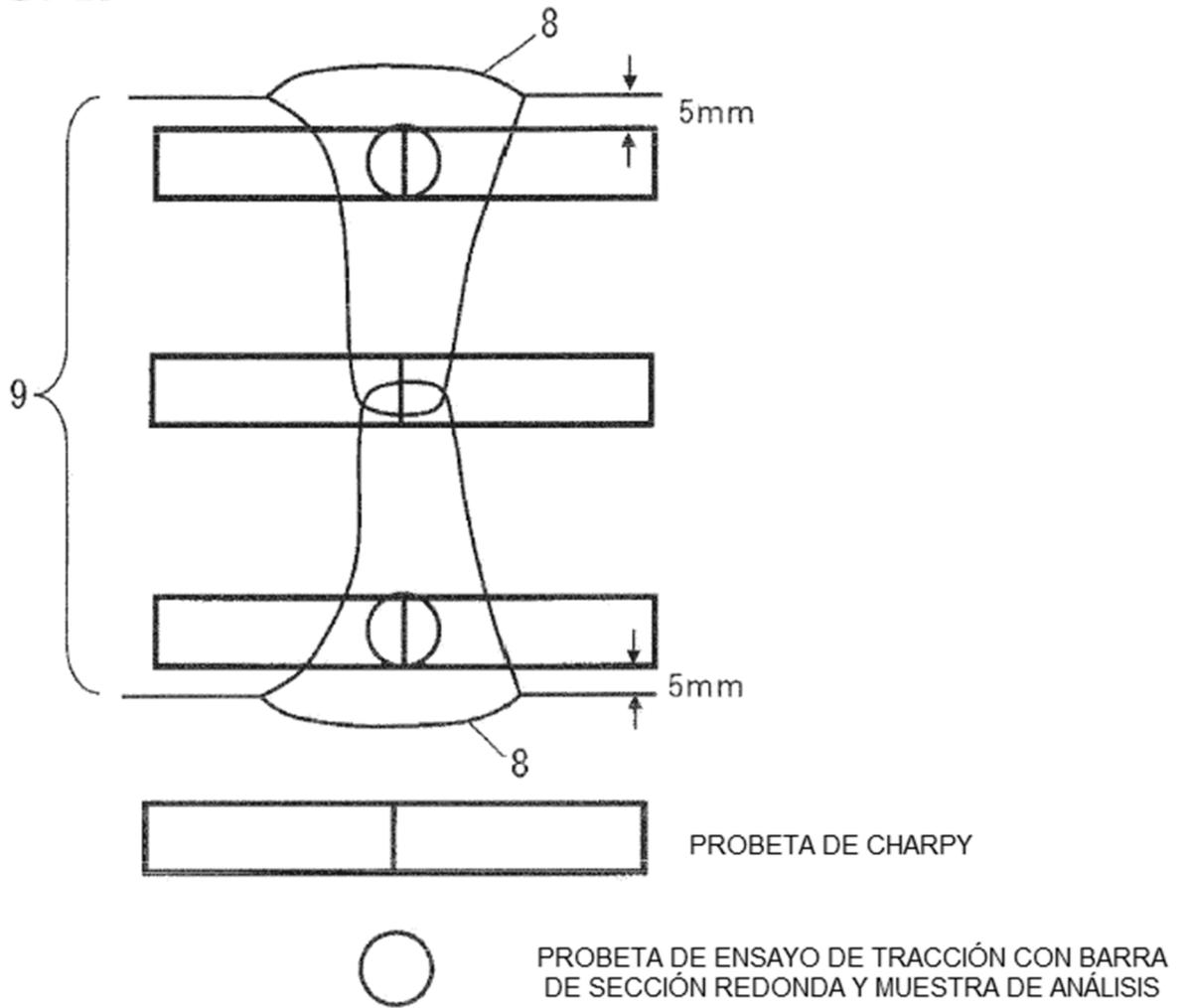


FIG. 20

