(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 705 552**

(51) Int. Cl.:

B23K 35/30	(2006.01)
B23K 35/36	(2006.01)
B23K 35/365	(2006.01)
B23K 35/368	(2006.01)
B23K 35/40	(2006.01)
B23K 35/02	(2006.01)
C22C 19/05	(2006.01)
B23K 35/362	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2014** **E 14003461 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018** **EP 2868425**

(54) Título: **Cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni**

(30) Prioridad:

31.10.2013 JP 2013227171

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2019

(73) Titular/es:

KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.) (100.0%)
2-4, Wakinohama-Kaigandori 2-chom
Chuo-ku, Kobe-shi, Hyogo 651-8585, JP

(72) Inventor/es:

FUKUDA, KAZUHIRO y
SHIMAMOTO, MASAKI

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 705 552 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

Cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni

La presente invención se refiere a un cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni que se utiliza en la soldadura de acero de Ni al 9 %, varias aleaciones con un contenido elevado de Ni y similares.

Un material de soldadura que contiene una aleación a base de Ni como componente se utiliza en la soldadura de, por ejemplo, un acero de Ni al 9 % que es representativo de los aceros de servicio a baja temperatura. El acero de Ni al 9 % y similares se utilizan ampliamente para tanques de almacenamiento y similares de, por ejemplo, GNL, nitrógeno líquido y oxígeno líquido. En la soldadura del acero de Ni al 9 %, con el fin de garantizar la dureza, que es equivalente a la del material de base, de una zona de soldadura a una temperatura criogénica de -196 ºC, un material de soldadura de aleación a base de Ni, en lugar de un cable de soldadura que contiene un componente similar al acero de Ni al 9 % que presenta una microestructura de ferrita (el llamado cable de composición correspondiente) se utiliza para una junta de soldadura en general. Esto se debe a que, en el caso de que la soldadura se realice utilizando el cable de composición correspondiente, la juntan de soldadura en una base "como soldada" puede no garantizar la resistencia y la dureza a bajas temperaturas equivalentes a las del acero de Ni al 9 %.

En los últimos años, en el caso de materiales de soldadura específicos, p. ej., aleaciones a base de Ni, también se ha expandido la soldadura de arco metálico con protección de gas mediante el uso de un cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni, donde se espera una mayor efectividad de operación en comparación con los de una soldadura manual de arco metálico y soldadura TIG. Por otra parte, la aleación a base de Ni tiene una microestructura de austenita completa y una alta susceptibilidad al agrietamiento en caliente y, por lo tanto, es difícil garantizar la compatibilidad entre la resistencia al agrietamiento en caliente y la operabilidad de la soldadura, por lo que existen limitaciones en la posición de soldadura y en la aplicabilidad de la condición de soldadura. Luego, en cuanto al cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni, se han realizado varios estudios para mejorar la resistencia al agrietamiento en caliente con el fin de expandir esta aplicabilidad.

Por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2005-59077 y en la publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2007-203350, se pretende reducir la susceptibilidad al agrietamiento en caliente optimizando los componentes de cable y la deposición de los componentes químicos metálicos del cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni, es decir, al reducir el contenido de Cr y Nb, lo que afecta negativamente a la resistencia al agrietamiento en caliente y garantiza la deposición de los componentes químicos metálicos compuestos principalmente de un sistema de aleación Ni-Mo. Por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 60-46896, la reducción de sopladuras en el cable compuesto a base de Ni para una soldadura de un acero de servicio a baja temperatura se pretende mediante la adición de Ti, Al, Zr y Mg a un fundente, de manera que se facilita la reacción de desoxidación de un metal fundido y se reduce una reacción de gas CO.

En cuanto a cada uno de los cables descritos en las publicaciones de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2005-59077 y 2007-203350, se pretende garantizar la compatibilidad entre una mejora en la resistencia al agrietamiento en caliente y la operabilidad de soldadura en todas las posiciones, pero existe un margen de mejora en la resistencia al defecto de porosidad (resistencia de sopladura).

Mientras tanto, con respecto al cable descrito en la publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.° 60-46896, los componentes desoxidantes se agregan al fundente. Incluso cuando los componentes desoxidantes se agregan al fundente, la mayoría de los componentes desoxidantes en el fundente se oxidan durante la soldadura antes de que se induzca la reacción de desoxidación del metal fundido y se descarguen como escoria. En consecuencia, existe el problema de que el efecto de desoxidar el metal fundido es bajo. A este respecto, es necesario que se agreguen al fundente grandes cantidades de componentes desoxidantes para obtener de manera suficiente el efecto de desoxidar el metal fundido, y existe el problema de que la operabilidad de la soldadura se degrade debido a un aumento en las salpicaduras por la adición de grandes cantidades de componentes desoxidantes. En consecuencia, se ha deseado el desarrollo del cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni, donde se garantiza la compatibilidad entre la operabilidad de soldadura en todas las posiciones y la resistencia al defecto de porosidad.

Por consiguiente, es un problema de la presente invención proporcionar un cable con núcleo de fundente a base de Ni, donde en la soldadura de un acero de Ni al 9 % o una aleación a base de Ni, la operabilidad de soldadura en todas las posiciones es excelente y, además, se obtiene un metal de soldadura que presenta una excelente resistencia al defecto de porosidad.

Con el fin de reducir las sopladuras que han causado un problema en un cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni en todas las posiciones de un sistema de aleación Ni-Mo, donde el contenido de Cr y Nb se regula a niveles bajos desde el punto de vista de la resistencia al agrietamiento en caliente, los presentes inventores encontraron los siguientes hechos.

Las solubilidades en equilibrio de los elementos C y O en un metal fundido de aleación a base de Ni son muy bajas en comparación con las de un acero de carbono común. Por lo tanto, cuando el metal fundido se solidifica en la soldadura, las solubilidades en equilibrio de los elementos C y O se reducen debido a la disminución de la temperatura y, por lo tanto, las sopladuras tienden a generarse sobre la base de una reacción de generación de gas CO. En particular, las solubilidades en equilibrio de los elementos C y O de una aleación a base de Ni-Mo con pequeños contenidos de Cr y Nb son más bajas que las de una aleación a base de Ni-Cr-Nb. En consecuencia, en el caso de que el contenido de C en el cable sea grande, las sopladuras tienden a generarse fácilmente sobre la base de la generación de un gas CO.

La temperatura de inicio de solidificación de un metal fundido de un material de soldadura a base de Fe tipificado por un acero de carbono o un acero inoxidable es de 1.450 ºC a 1.500 ºC, mientras que la temperatura de inicio de solidificación de un metal fundido de un material de soldadura de aleación a base de Ni está en un nivel relativamente bajo de 1.300 ºC a 1.400 ºC. Por lo tanto, el material de soldadura de aleación a base de Ni tiende a exhibir un largo lapso de tiempo entre la finalización de la solidificación y la formación de una escoria fundida en la superficie del metal fundido y el inicio de la solidificación del metal fundido. Además, en un sistema de escoria de todas las posiciones que puede soldarse en posición vertical, hay una gran diferencia entre la temperatura a la que se completa la solidificación de la escoria fundida y la temperatura a la que se inicia la solidificación del metal fundido. Como se ha descrito anteriormente, la solidificación de la escoria fundida es rápida, por lo que el tiempo para liberar un gas CO del metal fundido es corto antes de que se complete la solidificación de la escoria fundida. En consecuencia, en particular, un cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni en todas las posiciones tiene el problema de que un gas CO queda atrapado en el metal fundido y las sopladuras se generan con facilidad.

Como se ha descrito anteriormente, en la aleación a base de Ni que presenta solubilidades en equilibrio muy bajas de los elementos C y O en comparación con las del acero de carbono, se genera fácilmente un gas CO en el metal fundido durante la soldadura. Por lo tanto, es necesario que la desoxidación se realice de manera más efectiva cuando se induce una reacción metalúrgica de tiempo muy corto durante la soldadura. Luego, se descubrió que se podía obtener un buen metal de soldadura, donde una cantidad de generación de sopladura era muy pequeña, al regular el contenido de C en la vaina y todo el cable a niveles bajos y agregando Al, Ti y Mg que desoxidan componentes en la vaina.

Con el fin de resolver los problemas descritos anteriormente, se toman las siguientes medidas técnicas en la presente invención.

Un cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni según la presente invención incluye una aleación a base de Ni como vaina, donde la composición de la vaina descrita anteriormente con respecto a la masa total de la vaina está dentro del intervalo de Ni: 60 a 80 por ciento en masa, Cr: 1 a 15 por ciento en masa, Mo: 8 a 22 por ciento en masa, Ti: 0,002 a 0,40 por ciento en masa, Al: 0,03 a 0,40 por ciento en masa y Mg: 0,004 a 0,025 por ciento en masa, donde se realiza un control para garantizar C: 0,020 por ciento en masa o menos y Si: 0,15 por ciento en masa o menos, Mn: 4,0 por ciento en masa o menos, Fe: 7,0 por ciento en masa o menos, y W: 4,0 por ciento en masa o menos, siendo el resto impurezas incidentales que incluyen P, S, Cu, Nb, V y N, la composición del cable entero, que es la suma total de los componentes de la vaina y los componentes de fundente descritos anteriormente envueltos en la vaina descrita anteriormente, en relación con la masa total del cable, está dentro del intervalo de Ni: 53 a 75 por ciento en masa, Cr: 1 a 15 por ciento en masa, Mo: 10 a 20 por ciento en masa, Mn: 1,5 a 5,5 por ciento masa, W: 1,5 a 5,0 por ciento en masa, Fe: 2,0 a 8,0 por ciento en masa, Ti: 0,002 a 0,50 por ciento en masa, Al: 0,02 a 0,50 por ciento en masa, y Mg: 0,003 a 0,03 por ciento en masa, donde se realiza un control para garantizar C: 0,050 por ciento en masa o menos, Si: 0,20 por ciento en masa o menos, Nb: 0,030 por ciento en masa o menos, P: 0,015 por ciento en masa o menos, y S: 0,010 por ciento en masa o menos,
donde el fundente envuelto en la vaina contiene opcionalmente la suma total de al menos dos tipos seleccionados entre el grupo que consiste en TiO_2, SiO_2 y ZrO_2: 3 a 15 por ciento en masa,
la suma total de compuestos de Na, K, y Li, es decir, la suma total en términos de sustancias simples Na, K, y Li: 0,1 a 1,0 por ciento en masa, e impurezas incidentales con respecto a la masa total del cable,
siendo el resto de los componentes en el cable con núcleo de fundente entero impurezas incidentales que incluyen Cu, V y N.

Según tal configuración, en el cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni (en lo sucesivo referido como cable con núcleo de fundente o simplemente cable apropiadamente), una aleación a base de Ni se utiliza como una vaina metálica y, por lo tanto, la homogeneidad del metal de soldadura no es deteriorada ni el fundente se llena excesivamente. Mientras tanto, la adición de cantidades predeterminadas de Cr y Mo a la vaina del cable con núcleo de fundente mejora la resistencia a la corrosión y la resistencia del metal de soldadura. Además, la adición de cantidades predeterminadas de Ti, Al y Mg a la vaina del cable con núcleo de fundente reduce la cantidad de oxígeno disuelto en el metal fundido en un tiempo muy corto, de modo que se obtiene un efecto de desoxidación suficiente incluso cuando la cantidad de la adición es muy pequeña, en comparación con el caso en el que los componentes desoxidantes se agregan al fundente. En consecuencia, las sopladuras se pueden reducir sin alterar la operabilidad de la soldadura. El control del contenido de C en la vaina del cable con núcleo de fundente hasta una cantidad predeterminada o menos reduce la reacción del gas CO en el metal fundido, de modo que se reduce la cantidad de generación de sopladuras. El control del contenido de Si en la vaina del cable con núcleo de fundente

hasta una cantidad predeterminada o menos suprime la generación de compuestos de bajo punto de fusión, de modo que se suprime la degradación en la resistencia al agrietamiento en caliente.

Además, según esta configuración, en el caso de que se agreguen cantidades predeterminadas de Ni, Cr, Mo y W en relación con la masa total del cable a la composición del cable con núcleo de fundente entero, se mejora el rendimiento mecánico, la resistencia a la corrosión, y la resistencia del metal de soldadura. En el caso de que se agregue una cantidad predeterminada de Mn con relación a la masa total del cable al cable con núcleo de fundente, Mn se une a S para hacer que S sea inocuo, de modo que se suprima la degradación en la resistencia al agrietamiento en caliente. En el caso de que se agregue una cantidad predeterminada de Fe con respecto a la masa total del cable al cable con núcleo de fundente, se asegura la ductilidad del metal de soldadura. En el caso de que se agreguen cantidades predeterminadas de Ti, Al y Mg en relación con la masa total del cable al cable con núcleo de fundente, la cantidad de oxígeno disuelto en el metal fundido se reduce en un tiempo muy corto, de modo que se obtiene un efecto de desoxidación. En el caso de que el contenido de C en relación con la masa total del cable con núcleo de fundente se controle en una cantidad predeterminada o menos, se suprime la reacción del gas CO en el metal fundido, de modo que se reduce la cantidad de generación de sopladuras. La supresión de la generación de gas CO en sí misma puede obtener un buen metal de soldadura que incluye sopladuras reducidas incluso en el sistema de escoria en todas las posiciones, donde la temperatura de solidificación de la escoria es elevada. En el caso de que los contenidos de Si, Nb, P y S en relación con la masa total del cable con núcleo de fundente se controlen en cantidades predeterminadas o menos, se suprime la generación de compuestos de bajo punto de fusión, de modo que la degradación en la resistencia al agrietamiento en caliente se suprime.

En el cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni según la presente invención, preferentemente, la relación calculada por [C]/([Ti] + [Al] + [Mg] x 3) es 0,11 o menos, donde el porcentaje en masa de C, Ti, Al y Mg contenido en la vaina descrita anteriormente están representados por [C], [Ti], [Al] y [Mg], respectivamente.

Según tal configuración, la cantidad de generación de sopladuras en el cable con núcleo de fundente se reduce aún más.

En el cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni según la presente invención, preferentemente, el fundente envuelto en la vaina descrita anteriormente contiene la suma total de al menos dos tipos seleccionados del grupo que consiste en TiO_2, SiO_2 y ZrO_2: 3 a 15 por ciento en masa, la suma total de compuestos de Na, K y Li (la suma total en términos de sustancias simples Na, K y Li): 0,1 a 1,0 por ciento en masa, e impurezas incidentales relativas a la masa total del cable.

Según dicha configuración, en el caso en que se especifique la suma total de al menos dos tipos seleccionados del grupo que consiste en TiO_2, SiO_2 y ZrO_2 en el fundente incluido en el cable con núcleo de fundente con respecto a la masa total del cable, la estabilidad del arco se mejora y la forma del cordón se vuelve fina, de modo que se obtiene un metal de soldadura que tiene un excelente aspecto de cordón.

En el caso de que se especifique el contenido de compuestos de Na, K y Li (la suma total en términos de sustancias simples Na, K y Li) en el fundente incluido en el cable de núcleo de fundente, se suprime la generación de salpicaduras en relación con la masa total del cable.

La Fig. 1 es un gráfico que muestra la relación entre los componentes de la vaina y el número de generaciones de sopladuras; y
La Fig. 2 es un diagrama esquemático que muestra la forma de la ranura y el procedimiento de apilamiento de una junta de soldadura a tope en la soldadura a tope vertical en un ejemplo.

Las realizaciones según la presente invención se describirán a continuación en detalle.

Un cable con núcleo de fundente según la presente invención incluye una aleación a base de Ni como vaina. La composición de la vaina contiene intervalos predeterminados de cantidades de Ni, Cr, Mo, Ti, Al y Mg en relación con la masa total de la vaina, donde C y S se controlan a cantidades predeterminadas o menos.

La composición del cable entero, que es la suma total de los componentes de vaina y componentes de fundente envueltos en la vaina, contiene intervalos predeterminados de cantidades de Ni, Cr, Mo, Mn, W, Fe, Ti, Al y Mg en relación con la masa total del cable y C, Si, Nb, P y S se controlan en cantidades predeterminadas o menos.

En el cable con núcleo de fundente, preferentemente, la relación calculada por [C]/([Ti] + [Al] + [Mg] x 3) se especifica como 0,11 o menos, donde el porcentaje en masa de C, Ti, Al, y el Mg contenido en la vaina están representados por [C], [Ti], [Al] y [Mg], respectivamente.

En el cable con núcleo de fundente, preferentemente, el fundente envuelto en la vaina contiene la suma total de al menos dos tipos seleccionados del grupo que consiste en TiO_2, SiO_2 y ZrO_2: 3 a 15 por ciento en masa, la suma total de compuestos de Na, K y Li (la suma total en términos de sustancias simples Na, K y Li): 0,1 a 1,0 por ciento en masa, e impurezas incidentales relativas a la masa total del cable.

Los motivos para las limitaciones de los componentes del cable con núcleo de fundente se describirán a continuación.

Los motivos para las limitaciones de los valores numéricos de los componentes de la vaina se describirán a continuación.

Ni: 60 a 80 por ciento en masa en vaina.

La aleación a base de Ni se utiliza como el metal de la vaina con el fin de no perjudicar la homogeneidad del metal de soldadura y suprimir la adición de la aleación al fundente para evitar que el fundente se llene excesivamente. Si el contenido de Ni en la aleación a base de Ni es inferior al 60 por ciento en masa, el contenido de otros elementos aumenta inevitablemente, aunque los elementos, p. ej., Cr y Mo, distintos del Ni en la vaina, degradan la capacidad de estiramiento de la vaina y la productividad se degrada. Por otra parte, si el contenido de Ni es más del 80 por ciento en masa, la mayoría de los otros elementos de aleación se agregan al fundente y, por lo tanto, la relación de llenado del fundente (la relación de la masa del fundente a la masa total del cable con núcleo de fundente) se vuelve excesiva. Si la relación de llenado del fundente se vuelve excesiva, el estirado del cable resulta difícil en el proceso de producción y la productividad se degrada. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Ni en la vaina es de 60 a 80 por ciento en masa.

Cr: 1 a 15 por ciento en masa en vaina.

El cromo tiene un efecto de mejorar la resistencia a la corrosión y la resistencia del metal de soldadura. Para obtener el efecto descrito anteriormente, se especifica que el contenido de Cr en la vaina es del 1 por ciento en masa o más. Por otra parte, si el contenido de Cr en la vaina es más del 15 por ciento en masa, la trabajabilidad en caliente de la vaina de metal se degrada y la formación de la vaina resulta difícil. Por lo tanto, el contenido de Cr en la vaina se especifica en un 1 a 15 por ciento en masa.

Mo: 8 a 22 por ciento en masa en vaina.

El molibdeno es un elemento indispensable para garantizar la resistencia del metal de soldadura. Si el contenido de Mo en la vaina es inferior al 8 por ciento en masa, es necesario que Mo se agregue al fundente para obtener la resistencia del metal de soldadura, y la relación de llenado del fundente sea excesiva. Por otra parte, si el contenido de Mo en la vaina es más del 22 por ciento en masa, la trabajabilidad en caliente de la vaina de metal se degrada y la formación de la vaina resulta difícil. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Mo en la vaina es del 8 al 22 por ciento en masa.

Ti: 0,002 a 0,40 por ciento en masa en la vaina.

El titanio en la vaina sirve como un componente desoxidante y desempeña un papel en la reducción de la cantidad de oxígeno disuelto en el metal fundido, suprimiendo la reacción "C + O = CO (gas)" y reduciendo la cantidad de generación de sopladuras. Si el contenido de Ti en la vaina es inferior al 0,002 por ciento en masa, no se obtiene el efecto. Por otra parte, si el contenido de Ti en la vaina es más del 0,40 por ciento en masa, la trabajabilidad en caliente de la vaina metálica se degrada y la formación de la vaina resulta difícil debido a la influencia de la deposición de compuestos intermetálicos, p. ej., Ni_3Ti. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Ti en la vaina es de 0,002 a 0,40 por ciento en masa. El contenido de Ti en la vaina es preferentemente de 0,03 por ciento en masa o más y preferentemente de 0,10 por ciento en masa o menos.

Al: 0,03 a 0,40 por ciento en masa en la vaina.

El aluminio en la vaina sirve como un componente desoxidante y desempeña un papel en la reducción de la cantidad de oxígeno disuelto en el metal fundido y en la reducción de la generación de sopladuras al igual que con Ti. Si el contenido de Al en la vaina es inferior al 0,03 por ciento en masa, no se obtiene el efecto. Por otra parte, si el contenido de Al en la vaina es más del 0,40 por ciento en masa, la trabajabilidad en caliente de la vaina de metal se degrada y la formación de la vaina resulta difícil debido a la influencia de la deposición de compuestos intermetálicos, p. ej., Ni_3Al. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Al en la vaina es de 0,03 a 0,40 por ciento en masa. El contenido de Al en la vaina es preferentemente de 0,06 por ciento en masa o más y preferentemente de 0,10 por ciento en masa o menos.

Mg: 0,004 a 0,025 por ciento en masa en vaina.

El magnesio en la vaina sirve como un componente desoxidante y desempeña un papel en la reducción de la cantidad de oxígeno disuelto en el metal fundido y en la reducción de la cantidad de sopladuras al igual que con Ti. Si el contenido de Mg en la vaina es inferior al 0,004 por ciento en masa, no se obtiene el efecto. Por otra parte, si el contenido de Mg en la vaina es superior al 0,025 por ciento en masa, la cantidad de salpicaduras aumenta durante la soldadura y la operabilidad de la soldadura se degrada. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Mg en la vaina es de 0,004 a 0,025 por ciento en masa. El contenido de Mg en la vaina es preferentemente de 0,010 por

ciento en masa o más y preferentemente de 0,020 por ciento en masa o menos.

C: 0,020 por ciento en masa o menos en vaina.

El carbono en la vaina está presente como una impureza incidental. El carbono en la vaina se une fácilmente a O durante la soldadura y se convierte en gas CO, con el fin de provocar la generación de sopladuras. Por lo tanto, se especifica que el contenido de C en la vaina es de 0,020 por ciento en masa o menos, y más preferentemente, el contenido de C en la vaina es de 0,010 por ciento en masa o menos.

Si: 0,15 por ciento en masa o menos en vaina.

El silicio en la vaina está presente como una impureza incidental. El silicio en la vaina se combina con Ni presente como una impureza incidental para generar un compuesto de bajo punto de fusión, por lo que la resistencia al agrietamiento en caliente se degrada. Por lo tanto, el contenido de Si en la vaina se especifica en 0,15 por ciento en masa o menos.

Resto

El resto de los componentes de la vaina puede contener 4,0 por ciento en masa o menos de Mn, 7,0 por ciento en masa o menos de Fe y 4,0 por ciento en masa o menos de W. Sin embargo, si Mn en la vaina es más de 4,0 por ciento en masa o W es más del 4,0 por ciento en masa, la trabajabilidad en caliente de la vaina de metal se degrada y la formación de la vaina resulta difícil. Mientras tanto, si Fe en la vaina es superior al 7,0 por ciento en masa, la resistencia al agrietamiento en caliente se degrada. Los otros son impurezas incidentales. Los ejemplos de impurezas incidentales incluyen P, S, Cu, Nb, V y N además de C y Si descritos anteriormente.

Los motivos para las limitaciones de los valores numéricos de los componentes en relación con la masa total del cable se describirán a continuación.

Ni: 53 a 75 por ciento en masa en relación con la masa total de cable.

El níquel se alea con varios metales e imparte excelentes rendimientos mecánicos y resistencia a la corrosión al metal de soldadura. Sin embargo, si el contenido de Ni en el cable con núcleo de fundente es inferior al 53 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, no se forma una microestructura de austenita estable cuando se diluye el metal de soldadura. Por otra parte, si el contenido de Ni en el cable con núcleo de fundente es superior al 75 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, la cantidad de adición de los otros elementos de aleación resulta insuficiente, por lo que no se garantiza el rendimiento mecánico. Por lo tanto, el contenido de Ni se especifica en un 53 a 75 por ciento en masa en relación con la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de Ni del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la vaina y el metal Ni y una aleación de Ni-Mo contenida en el fundente. En la presente invención, su contenido se convierte al contenido de Ni, y el valor resultante se toma como el contenido de Ni.

Cr: 1 a 15 por ciento en masa en relación con la masa total del cable.

El cromo tiene un efecto de mejorar la resistencia a la corrosión y la resistencia del metal de soldadura. Sin embargo, si el contenido de Cr en el cable con núcleo de fundente es inferior al 1 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, no se obtiene el efecto. Por otra parte, si el contenido de Cr en el cable con núcleo de fundente es superior al 15 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, la resistencia al agrietamiento en caliente se degrada. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Cr es de 1 a 15 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de Cr del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la vaina y el metal Cr, una aleación de Fe-Cr y Cr_2O_3 contenidos en el fundente. En la presente invención, su contenido se convierte al contenido de Cr, y el valor resultante se toma como el contenido de Cr.

Mo: 10 a 20 por ciento en masa en relación con la masa total de cable.

El molibdeno tiene un efecto de mejorar la resistencia a la corrosión y la resistencia del metal de soldadura. Sin embargo, si el contenido de Mo en el cable con núcleo de fundente es inferior al 10 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, la resistencia a la corrosión y la resistencia del metal de soldadura no están garantizadas. Por otra parte, si el contenido de Mo en el cable con núcleo de fundente es superior al 20 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, la resistencia al agrietamiento en caliente se degrada. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Mo es del 10 al 20 por ciento en masa en relación con la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de Mo del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la vaina y el metal Mo y una aleación de Fe-Mo contenidos en el fundente. En la presente invención, su contenido se convierte al contenido de Mo, y el valor resultante se toma como el contenido de Mo.

Mn: 1,5 a 5,5 por ciento en masa en relación con la masa total del cable.

El manganeso tiene un efecto de hacer que S sea inocuo por unión a S, que forma un compuesto de bajo punto de fusión con Ni para degradar la resistencia al agrietamiento en caliente. Sin embargo, si el contenido de Mn en el cable con núcleo de fundente es inferior al 1,5 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, no se obtiene el efecto de hacer que S sea inocuo. Por otra parte, si el contenido de Mn en el cable con núcleo de fundente es superior al 5,5 por ciento en masa en relación con la masa total del cable, la propiedad de desprendimiento de escoria se degrada. Por lo tanto, el contenido de Mn se especifica en 1,5 a 5,5 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de Mn del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la vaina y el metal Mn y una aleación de Fe-Mn contenidos en el fundente. En la presente invención, su contenido se convierte en el contenido de Mn, y el valor resultante se toma como el contenido de Mn.

W: 1,5 a 5,0 por ciento en masa en relación con la masa total del cable.

El tungsteno es un componente para mejorar la resistencia del metal de soldadura. Sin embargo, si el contenido de W en el cable con núcleo de fundente es inferior al 1,5 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, no se garantiza la resistencia del metal de soldadura. Por otra parte, si el contenido de W en el cable con núcleo de fundente es superior al 5,0 por ciento en masa en relación con la masa total del cable, la resistencia al agrietamiento en caliente se degrada. Por lo tanto, se especifica que el contenido de W es de 1,5 a 5,0 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de W del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la vaina y el metal W y una aleación de Fe-W contenidos en el fundente. En la presente invención, su contenido se convierte al contenido de W, y el valor resultante se toma como el contenido de W.

Fe: 2,0 a 8,0 por ciento en masa en relación a la masa total de cable.

Se agrega hierro para garantizar la ductilidad del metal de soldadura. Si el contenido de Fe en el cable con núcleo de fundente es inferior al 2,0 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, no se garantiza la ductilidad del metal de soldadura. Por otra parte, si el contenido de Fe en el cable de núcleo de fundente es superior al 8,0 por ciento en masa en relación con la masa total del cable, la resistencia al agrietamiento en caliente se degrada. Por lo tanto, el contenido de Fe se especifica en un 2,0 a 8,0 por ciento en masa en relación con la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de Fe del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la envoltura y el metal Fe, una aleación Fe-Mn, una aleación Fe-Cr, una aleación Fe-Mo y una aleación Fe-Ti contenidos en el fundente. En la presente invención, su contenido se convierte en el contenido de Fe, y el valor resultante se toma como el contenido de Fe.

Ti: 0,002 a 0,50 por ciento en masa en relación con la masa total del cable.

El titanio contenido en el cable con núcleo de fundente sirve como un componente desoxidante y desempeña un papel en la reducción de la cantidad de oxígeno disuelto en el metal fundido, suprimiendo la reacción "C + O = CO (gas)" y reduciendo la cantidad de generación de sopladuras. Si el contenido de Ti en el cable con núcleo de fundente es inferior al 0,002 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, no se obtiene el efecto. Por otra parte, si el contenido de Ti en el cable con núcleo de fundente es superior al 0,50 por ciento en masa en relación con la masa total del cable, la resistencia al agrietamiento en caliente del metal de soldadura se degrada. Por lo tanto, el contenido de Ti se especifica entre un 0,002 y un 0,50 por ciento en masa en relación con la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de Ti del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la vaina y el metal Ti y una aleación de Fe-Ti contenidos en el fundente. En la presente invención, su contenido se convierte al contenido de Ti, y el valor resultante se toma como el contenido de Ti. A este respecto, se especifica que este contenido de Ti es el contenido de Ti derivado del metal Ti y de las aleaciones de Ti solubles en ácido sulfúrico, donde no se incluye Ti derivado de óxidos, p. ej., TiO_2, insoluble en ácido sulfúrico.

Al: 0,02 a 0,50 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable.

El aluminio contenido en el cable con núcleo de fundente sirve como un componente desoxidante y desempeña un papel en la reducción de la cantidad de oxígeno disuelto en el metal fundido y en la reducción de la cantidad de sopladuras al igual que con Ti. Si el contenido de Al en el cable con núcleo de fundente es inferior a 0,02 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, no se obtiene el efecto. Por otra parte, si el contenido de Al en el cable con núcleo de fundente es superior al 0,50 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, la resistencia al agrietamiento en caliente del metal de soldadura se degrada. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Al es de 0,02 a 0,50 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de Al del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la vaina y el metal Al y una aleación de Fe-Al contenidos en el fundente. En la presente invención, su contenido se convierte al contenido de Al, y el valor resultante se toma como el contenido de Al. A este respecto, se especifica que este contenido de Al es el contenido de Al derivado del metal Al y aleaciones de Al solubles en ácido

sulfúrico, donde no se incluye Al derivado de óxidos, p. ej., Al_2O_3, insoluble en ácido sulfúrico.

Mg: 0,003 a 0,03 por ciento en masa en relación con la masa total del cable.

El magnesio contenido en el cable con núcleo de fundente sirve como un componente desoxidante y desempeña un papel en la reducción de la cantidad de oxígeno disuelto en el metal fundido y en la reducción de la generación de sopladuras al igual que con Ti. Si el contenido de Mg en el cable con núcleo de fundente es inferior al 0,003 por ciento en masa en relación con la masa total del cable, no se obtiene el efecto. Por otra parte, si el contenido de Mg en el cable con núcleo de fundente es superior al 0,03 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, la cantidad de salpicaduras aumenta durante la soldadura y la operabilidad de la soldadura se degrada. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Mg es de 0,003 a 0,03 por ciento en masa en relación con la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de Mg del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la vaina y el metal Mg y una aleación de Ni-Mg contenidos en el fundente. En la presente invención, su contenido se convierte al contenido de Mg, y el valor resultante se toma como el contenido de Mg. A este respecto, se especifica que este contenido de Mg es el contenido de Mg derivado del metal Mg y de las aleaciones de Mg solubles en ácido sulfúrico, donde no se incluye el Mg derivado de óxidos, p. ej., MgO, insoluble en ácido sulfúrico.

C: 0,050 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable.

El carbono en el cable con núcleo de fundente es una impureza incidental. Si el contenido de C en el cable con núcleo de fundente es superior al 0,050 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, la cantidad de generación de sopladuras principalmente derivada de un gas de CO aumenta. Por lo tanto, se especifica que el contenido de C es 0,050 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable. Los ejemplos de fuentes de C del cable con núcleo de fundente según la presente invención incluyen la aleación a base de Ni que constituye la vaina y C como una impureza incidental contenidos en componentes de la aleación y un agente formador de escoria en el fundente.

Si: 0,20 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable.

El silicio es una impureza incidental presente en el cable con núcleo de fundente. Si el contenido de Si en el cable con núcleo de fundente es superior al 0,20 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, se genera un compuesto de bajo punto de fusión por combinación con Ni, de modo que la resistencia al agrietamiento en caliente se degrade. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Si es 0,20 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable. A este respecto, se especifica que el contenido de Si según la presente invención es el contenido de Si derivado del metal Si y aleaciones de Si solubles en ácido clorhídrico y ácido nítrico, donde no se incluye Si derivado de óxidos, p. ej., SiO_2 insoluble en ácidos.

Nb: 0,030 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable

El niobio es una impureza incidental presente en el cable con núcleo de fundente. Si el contenido de Nb en el cable con núcleo de fundente es superior al 0,030 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, se genera un compuesto de bajo punto de fusión por combinación con Ni, de modo que la resistencia al agrietamiento en caliente se degrada. Por lo tanto, se especifica que el contenido de Nb es 0,030 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable.

P: 0,015 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable, S: 0,010 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable.

El fósforo y el azufre son impurezas incidentales presentes en el cable con núcleo de fundente. Si el contenido de P en el cable con núcleo de fundente es superior al 0,015 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable o el contenido de S es superior al 0,010 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, se generan los compuestos de bajo punto de fusión estos elementos y Ni, por lo que la resistencia al agrietamiento en caliente se degrada. Por lo tanto, se especifica que el contenido de P es de 0,015 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable y se especifica que el contenido de S es de 0,010 por ciento en masa o menos en relación con la masa total del cable.

Resto: impurezas incidentales

El resto de los componentes en todo el cable con núcleo de fundente son impurezas incidentales. Los ejemplos de impurezas incidentales incluyen Cu, V y N además de C, Si, Nb, P y S descritos anteriormente.

Asimismo, además de los componentes de cable descritos anteriormente, pequeñas cantidades de Ca, Li y similares, que son componentes de cable que sirven como agentes acondicionadores finos de desoxidación y similares, pueden estar contenidos en el fundente.

Los motivos para las limitaciones de los otros valores numéricos se describirán a continuación.

La relación calculada por [C]/([Ti] + [Al] + [Mg] x 3) de 0,11 o menos, donde el porcentaje en masa de C, Ti, Al y Mg en la vaina está representado por [C], [Ti], [Al] y [Mg], respectivamente.

El carbono en la vaina es un elemento que sirve como fuente de generación de sopladuras para gases de CO. Por otra parte, Ti, Al y Mg son componentes que sirven como agentes desoxidantes efectivos para suprimir la generación de sopladuras. Los presentes inventores hallaron que en el cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni, la relación calculada por [C]/([Ti] + [Al] + [Mg] x 3), donde el porcentaje en masa de C, Ti, Al y Mg contenidos en la vaina está representado por [C], [Ti], [Al] y [Mg], respectivamente, fue muy pertinente a la cantidad de generación de sopladuras (consulte la Fig. 1). Es decir, si esta relación excede de 0,11, las sopladuras aumentan considerablemente. Por lo tanto, es preferible que se especifiquen los contenidos de C, Ti, Al y Mg en la vaina descrita anteriormente y el contenido de C en el cable entero y, además, la relación calculada por [C]/([Ti] + [Al] + [Mg] x 3) se especifica como 0,11 o menos. Más preferentemente, la relación calculada por [C]/([Ti] + [Al] + [Mg] x 3) es 0,05 o menos. A este respecto, la fórmula descrita anteriormente se derivó de los experimentos.

Suma total de al menos dos tipos seleccionados del grupo que consiste en TiO_2, SiO_2 y ZrO_2: 3 a 15 por ciento en masa en relación con la masa total del cable.

El óxido de titanio (TiO_2) forma una escoria homogénea que tiene una buena propiedad de encapsulación, tiene un efecto de mejora de la estabilidad del arco y, por lo tanto, se agrega como un componente primario de un agente formador de escoria. Los ejemplos de fuentes de TiO_2 incluyen rutilo, leucoxeno, titanato de potasio, titanato de sodio y titanato de calcio. Se agrega óxido de silicio (SiO_2) como un agente formador de escoria para aumentar la viscosidad de la escoria y obtener una buena forma de cordón al igual que con TiO_2. Los ejemplos de materias primas para SiO_2 incluyen arena de sílice, feldespato de potasio, wollastonita, silicato de sodio y silicato de potasio. El óxido de circonio (ZrO_2) tiene funciones de mejorar la resistencia del arco y mejorar la estabilidad del arco incluso en una región de corriente de soldadura baja. Además, se realizan funciones de aceleración de la solidificación de la escoria y mejora de la operabilidad de la soldadura en la soldadura vertical ascendente. Por lo tanto, ZrO_2 se agrega como un agente formador de escoria. Ejemplos de fuentes de ZrO_2 incluyen arena de circón y zirconia.

Si la suma total de al menos dos tipos seleccionados del grupo que consiste en TiO_2, SiO_2 y ZrO_2 en el fundente envuelto es inferior al 3 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable, las características de los mismos que sirven como agentes formadores de escoria no se ejercen suficientemente. Por otra parte, si la suma total es superior al 15 por ciento en masa, los componentes de escoria en el cable se vuelven excesivos, la cantidad de generación de escoria durante la soldadura se vuelve excesiva, la escoria baja y cae de la zona de soldadura fácilmente, y las inclusiones de escoria ocurren fácilmente en la zona de soldadura. Por lo tanto, en la presente invención, la suma total de al menos dos tipos seleccionados del grupo que consiste en TiO_2, SiO_2 y ZrO_2 en el fundente envuelto se especifica que sea del 3 al 15 por ciento en masa con respecto a la masa total del cable.

Suma total de compuestos de Na, K y Li (suma total en términos de sustancias simples Na, K y Li): 0,1 a 1,0 por ciento en masa con respecto a la masa total de cable.

En el fundente, Na, K y Li funcionan como estabilizadores de arco y suprimen la generación de salpicaduras. En la presente invención, se agregan Na, K y Li como compuestos de Na, compuestos de K y compuestos de Li, respectivamente. Específicamente, por ejemplo, se pueden utilizar LiF, NaF, KF, Na_3AlF_6, K_2SiF_6, K_2TiF_6, albita, feldespato de potasio y similares. Si el contenido de compuestos de Na, compuestos de K y compuestos de Li en el fundente es inferior al 0,1 por ciento en masa en términos de la suma total de Na, K y Li, respectivamente, en relación con la masa total del cable, la función como el estabilizador de arco no se obtiene suficientemente, y la resistencia del pozo se degrada. Por otra parte, si el contenido de compuestos de Na, compuestos de K y compuestos de Li en el fundente es superior al 1,0 por ciento en masa en relación con la masa total del cable, la cantidad de generación de salpicaduras aumenta a la inversa. Por lo tanto, en la presente invención, se especifica que la suma total de los compuestos, p. ej., fluoruros y óxidos, de Na, K y Li en el fundente envuelto sea de 0,1 a 1,0 por ciento en masa en términos de sustancias simples Na, K y Li con respecto a la masa total del cable.

En este sentido, el resto del fundente son Mn, W, Fe e impurezas incidentales.

El cable con núcleo de fundente descrito anteriormente según la presente invención se puede utilizar favorablemente en, por ejemplo, soldadura por arco de metal con protección de gas utilizando un gas mixto Ar + CO_2 en la soldadura de aceros de servicio a baja temperatura, p. ej., un acero de Ni al 9 % y varias aleaciones con un contenido elevado de Ni.

Ejemplos

Los ejemplos según la presente invención se describirán a continuación en comparación con los ejemplos comparativos fuera del alcance de la presente invención.

Vainas cilíndricas (n.º A a L) se produjeron doblando bandas que se hicieron a partir de aleaciones a base de Ni que tenían las composiciones que se muestran en la Tabla 1 a continuación y que tenían un espesor de 0,4 mm y una anchura de 9,0 mm. Los aceros A y E son según la presente invención. Los fundentes compuestos de materias primas metálicas y componentes de escoria (n.º I a III) mostrados en la Tabla 2 a continuación fueron envueltos en estas vainas para producir cables con núcleo de fundente (n.º 1 a 15) que tienen las composiciones que se muestran en la Tabla 3 a continuación. Los cables resultantes se dibujaron de tal manera que el diámetro llegó a ser de 1,2 mm y, a partir de entonces, el contenido de humedad en el cable se redujo a 400 ppm o menos a través del calentamiento eléctrico. Los cables resultantes se especificaron como cables de ensayo. Los cables n.º 1-3 y 7 forman parte de la presente invención, los cables n.º 4-6 y 8 son ejemplos de referencia con un contenido de Mg inferior en la presente invención, los cables n.º 9-15 son ejemplos comparativos.

Tabla 1

N.º de vaina	Componente de vaina (porcentaje en masa) (resto: impurezas incidentales)													
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Fe	W	Al	Ti	Mg	[C/([Ti]+[Al]+[Mg]x3)
A	0,004	0,10	2,4	0,005	0,0002	64	8,1	16,6	5,8	2,3	0,074	0,002	0,0130	0,03
B	0,003	0,05	2,4	0,009	0,0002	66	8,0	16,0	4,6	2,3	0,043	0,006	0,0073	0,04
C	0,003	0,05	2,2	0,009	0,0002	67	7,8	15,4	4,5	2,2	0,041	0,002	0,0066	0,05
D	0,014	0,01	0,1	<0,002	0,0006	69	2,2	18,8	5,8	3,1	0,069	0,049	0,0069	0,10
E	0,017	0,05	0,1	<0,002	0,0009	69	2,2	19,2	5,8	3,1	0,065	0,046	0,0180	0,10
F	0,018	0,02	0,1	<0,002	0,0007	70	2,1	18,8	5,8	2,9	0,053	0,061	0,0068	0,13
G	0,011	0,01	0,1	<0,002	0,0010	70	2,0	19,0	5,8	2,9	0,017	0,045	0,0027	0,16
H	0,022	0,01	0,1	<0,002	0,0002	69	2,2	18,8	5,8	3,1	0,053	0,064	0,0073	0,16
I	0,025	0,05	0,1	<0,002	0,0002	69	2,2	19,2	5,7	3,0	0,038	0,056	0,0190	0,17
J	0,006	0,03	2,2	0,009	0,0006	66	8,2	15,7	4,9	2,3	0,017	0,002	0,0035	0,20
K	0,023	0,07	0,1	<0,002	0,0002	69	2,2	19,2	5,7	3,2	0,021	0,040	0,0099	0,25
L	0,017	0,14	2,4	0,005	0,0001	63	8,1	16,2	5,6	2,5	0,048	0,003	0,0034	0,28

Tabla 2

N.º del componente de escoria	Componente de escoria con respecto a la masa total del cable (porcentaje en masa)							
	TiO_2	SiO_2	ZrO_2	$TiO_2 + SiO_2 + ZrO_2$	K_2SiF_6	NaF	LiF	Na, K y Li Suma total de los valores convertidos de los compuestos
I	6,5	0,8	2,1	9,4	0,3	0,3	0,1	0,3
II	7,0	0,7	4,0	11,7	0,2	0,3	0,1	0,3
III	7,1	0,9	1,4	9,4	0,4	0,3	0,1	0,3

Tabla 3

	N.º de cable	N.º de vaina	N.º de escoria	Componente metálico en el cable (con respecto a la masa total del cable (porcentaje en masa) (resto: impurezas incidentales)													
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Fe	W	Nb	Al	Ti	Mg
Ejemplo	1	A	I	0,024	0,12	3,4	0,007	0,004	55,0	6,1	16,2	6,6	2,1	0	0,06	0,10	0,010
	2	A	II	0,024	0,13	3,4	0,007	0,004	53,1	6,1	16,1	6,3	2,0	0	0,06	0,10	0,010
	3	A	III	0,025	0,13	3,4	0,007	0,004	55,3	6,2	16,0	6,5	2,1	0	0,06	0,10	0,010
	4	B	I	0,024	0,09	3,5	0,010	0,004	56,8	6,2	15,5	5,6	2,2	0	0,03	0,10	0,006
	5	C	I	0,024	0,09	3,3	0,010	0,004	57,5	6,0	15,0	5,5	2,0	0	0,03	0,10	0,005
	6	D	I	0,033	0,06	3,5	0,005	0,004	57,2	5,7	15,1	5,4	2,4	0	0,05	0,04	0,005
	7	E	I	0,035	0,09	3,5	0,005	0,005	56,9	5,8	15,4	5,4	2,4	0	0,05	0,04	0,014
	8	F	I	0,026	0,06	3,5	0,005	0,004	57,5	5,7	15,0	5,4	2,3	0	0,04	0,05	0,005
Ejemplo comparativo	9	G	I	0,030	0,06	3,5	0,005	0,005	57,4	5,6	15,2	5,3	2,3	0	0,01	0,03	0,002
	10	H	I	0,039	0,06	3,5	0,005	0,004	57,0	5,7	15,1	5,4	2,4	0	0,04	0,05	0,006
	11	I	I	0,041	0,09	3,5	0,005	0,004	57,0	5,8	15,4	5,3	2,3	0	0,03	0,04	0,015
	12	J	I	0,026	0,07	3,3	0,010	0,004	56,5	6,3	15,2	5,8	2,1	0	0,01	0,10	0,003
	13	K	I	0,040	0,10	3,5	0,005	0,004	56,8	5,8	15,4	5,3	2,4	0	0,02	0,03	0,008
	14	L	I	0,035	0,16	3,5	0,007	0,004	55,2	6,2	15,6	6,3	2,3	0	0,04	0,10	0,003
	15	A	I	0,051	0,12	3,5	0,007	0,004	55,6	5,9	16,2	5,6	2,1	0	0,06	0,10	0,010

La soldadura a tope vertical se realizó utilizando el cable con núcleo de fundente de los números 1 a 15 producidos por el método descrito anteriormente, y fueron evaluados la estabilidad del arco durante la soldadura, el rendimiento de la supresión de salpicaduras durante la soldadura, el aspecto de la zona de soldadura del cordón y la resistencia de la sopladura. Los criterios de evaluación fueron los que se describen a continuación.

En cuanto a la soldadura, se utilizó una lámina de acero de Ni al 9 % que se muestra en la Tabla 4 y que tenía un espesor de lámina de 12 mm, una anchura de 250 mm y una longitud de 300 mm. Un material de base que tiene un ángulo de ranura de 60°, un espacio raíz de 5 mm y un metal de soporte, como se muestra en la Fig. 2, se sometió a una soldadura parcialmente mecanizada, donde se realizó una soldadura ascendente vertical de tres capas y tres pasos. En cuanto a la condición de soldadura en ese momento, la corriente de soldadura era de 160 A (cable de corriente continua positiva), la tensión del arco era de 26 V, se utilizó 80 % de Ar-20 % de CO_2 como gas protector, el caudal de gas protector fue de 25 l/min, y la velocidad de soldadura fue de 11 a 15 cm/min.

Tabla 4

C	Si	Mn	P	S	Ni	Fe
0,05	0,22	0,64	0,002	0,001	9,22	resto
* Otros son impurezas incidentales						

Los criterios de evaluación fueron los que se describen a continuación.

En cuanto al resultado de la evaluación de cada uno de la estabilidad del arco durante la soldadura, el rendimiento de la supresión de salpicaduras durante la soldadura y el aspecto del cordón de la zona de soldadura, en caso de muy bueno se indicó con ⊙, el caso de bueno se indicó con ○, el caso de ligeramente pobre se indicó con Δ, y el caso de pobre se indicó con X.

La resistencia de la sopladura se evaluó por el número de defectos esféricos de 0,4 mm o más (es decir, el número de sopladuras) detectada en base a un ensayo radiográfico después de que se retirara un exceso de metal de soldadura y el metal de soporte. En este momento, las porciones inicial y final del cordón de soldadura, es decir, las porciones desde los puntos inicial y final hasta los puntos a 30 mm desde los puntos inicial y final, se especificaron como fuera de la región de evaluación. El caso en el que el número de generación de sopladuras, cada 240 mm de longitud de cordón fue de 5 o más, se indicó con ⊙, el caso de 6 a 10 se indicó con ○, el caso de 11 a 15 se indicó con Δ, y el caso de 16 o más fue indicado por X.

Estos resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

	N.º de cable	Estabilidad de arco	Rendimiento de supresión de salpicaduras	Aspecto del cordón	Resistencia de la sopladura
Ejemplo	1	⊙	⊙	⊙	⊙
	2	⊙	⊙	⊙	⊙
	3	⊙	⊙	⊙	⊙
	4	⊙	⊙	⊙	⊙
	5	⊙	⊙	⊙	⊙
	6	⊙	⊙	⊙	○
	7	⊙	⊙	⊙	○
	8	⊙	⊙	⊙	○
Ejemplo comparativo	9	⊙	⊙	⊙	Δ
	10	⊙	⊙	⊙	Δ
	11	⊙	⊙	⊙	Δ
	12	⊙	⊙	⊙	X
	13	⊙	⊙	⊙	X
	14	⊙	⊙	⊙	X
	15	⊙	⊙	⊙	X

Como se muestra en la Tabla 5, los Ejemplos n.º 1-3 y 7 que cumplían con el alcance de la presente invención demostraron una buena estabilidad de arco, rendimiento de supresión de salpicaduras y aspecto de cordón en la soldadura vertical ascendente, y la resistencia de la zona de soldadura en la sopladura también fue buena.

Entre los números 1-3 y 7, que eran ejemplos que cumplían con el alcance de la presente invención, los números 1 a 3 eran ejemplos en los que la relación calculada por [C]/([Ti] + [Al] + [Mg] X 3) en la base de los componentes químicos de la vaina cumplía con una especificación más preferible, y se obtuvo una excelente resistencia de sopladura en comparación con la del n.º 7.

En el ejemplo de referencia n.º 8, las cantidades de C, Al, Ti y Mg en la vaina cumplieron con el alcance de la presente invención, pero la cantidad de Mg era ligeramente inferior y la relación calculada por [C]/([Ti] + [Al] + [Mg] X 3) fue más de 0,11. Por lo tanto, la resistencia de la sopladura fue excelente, aunque el número de generación de sopladuras en el n.º 8 fue de 10, mientras que el número de generación de sopladuras en los números 6 y 7 fue de 6 y 7, por lo que la resistencia de la sopladura fue ligeramente pobre en comparación con la de los números 6 y 7.

Los ejemplos comparativos n.º 9 a 15 mostraron una buena operabilidad de soldadura vertical ascendente, pero la resistencia de la sopladura fue insuficiente. En el n.º 9, los contenidos de Al y Mg en la vaina y en relación con la masa total del cable fueron más bajos que el alcance de la presente invención, por lo que la resistencia de la sopladura se degradó.

En el n.º 10 y en el n.º 11, los contenidos de Al, Ti y Mg en la vaina estaban dentro del alcance de la presente invención, pero el contenido de C en la vaina era mayor que el alcance de la presente invención, por lo que la resistencia de la sopladura fue degradada. En el n.º 12, los contenidos de Al en la vaina y en relación con la masa total del cable fueron más bajos que el alcance de la presente invención, por lo que la resistencia de la sopladura se degradó.

En el n.º 13, el contenido de C en la vaina era más alto que el alcance de la presente invención y el contenido de Al en la vaina era más bajo que el alcance de la presente invención, de modo que la resistencia de la sopladura se degradó.

En el n.º 14, el contenido de Mg en la vaina fue más bajo que el alcance de la presente invención, por lo que la resistencia de la sopladura se degradó. En el n.º 15, los contenidos de C, Al y Ti en la vaina estaban dentro del alcance de la presente invención, pero el contenido de C con respecto a la masa total del cable era más del 0,050 por ciento en masa, por lo que la resistencia de la sopladura se degradó.

Hasta este punto, la presente invención se ha explicado en detalle con referencia a las realizaciones y los ejemplos. La invención está limitada únicamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni que comprende una aleación a base de Ni como vaina, donde la composición de la vaina con respecto a la masa total de la vaina está en el intervalo de:
Ni: 60 a 80 por ciento en masa,
Cr: 1 a 15 por ciento en masa,
Mo: 8 a 22 por ciento en masa,
Ti: 0,002 a 0,40 por ciento en masa,
Al: 0,03 a 0,40 por ciento en masa,
Mg: 0,004 a 0,025 por ciento en masa,
donde se realiza un control para garantizar
C: 0,020 por ciento en masa o menos y
Si: 0,15 por ciento en masa o menos,
Mn: 4,0 por ciento en masa o menos,
Fe: 7,0 por ciento en masa o menos, y
W: 4,0 por ciento en masa o menos,
siendo el resto impurezas incidentales que incluyen P, S, Cu, Nb, V, y N,
la composición de la totalidad del cable, que es la suma total de los componentes de la vaina y los componentes de fundente envueltos en la vaina, en relación con la masa total del cable, está en el intervalo de
Ni: 53 a 75 por ciento en masa,
Cr: 1 a 15 por ciento en masa,
Mo: 10 a 20 por ciento en masa,
Mn: 1,5 a 5,5 por ciento en masa,
W: 1,5 a 5,0 por ciento en masa,
Fe: 2,0 a 8,0 por ciento en masa,
Ti: 0,002 a 0,50 por ciento en masa,
Al: 0,02 a 0,50 por ciento en masa,
Mg: 0,003 a 0,03 por ciento en masa,
donde se realiza un control para garantizar
C: 0,050 por ciento en masa o menos,
Si: 0,20 por ciento en masa o menos,
Nb: 0,030 por ciento en masa o menos,
P: 0,015 por ciento en masa o menos, y
S: 0,010 por ciento en masa o menos,
donde el fundente envuelto en la vaina contiene opcionalmente
la suma total de al menos dos tipos seleccionados entre el grupo que consiste en TiO_2, SiO_2 y ZrO_2: 3 a 15 por ciento en masa,
la suma total de compuestos de Na, K, y Li, es decir, la suma total en términos de sustancias simples Na, K, y Li: 0,1 a 1,0 por ciento en masa, e impurezas incidentales
con respecto a la masa total del cable,
siendo el resto de los componentes en la totalidad del cable con núcleo de fundente impurezas incidentales que incluyen Cu, V y N.

2. El cable con núcleo de fundente de aleación a base de Ni según la reivindicación 1,
donde la relación calculada por [C]/([Ti] + [Al] + [Mg] x 3) es 0,11 o menos, donde el porcentaje en masa de C, Ti, Al y Mg contenidos en la vaina se representa por [C], [Ti], [Al] y [Mg], respectivamente.

FIG. 1

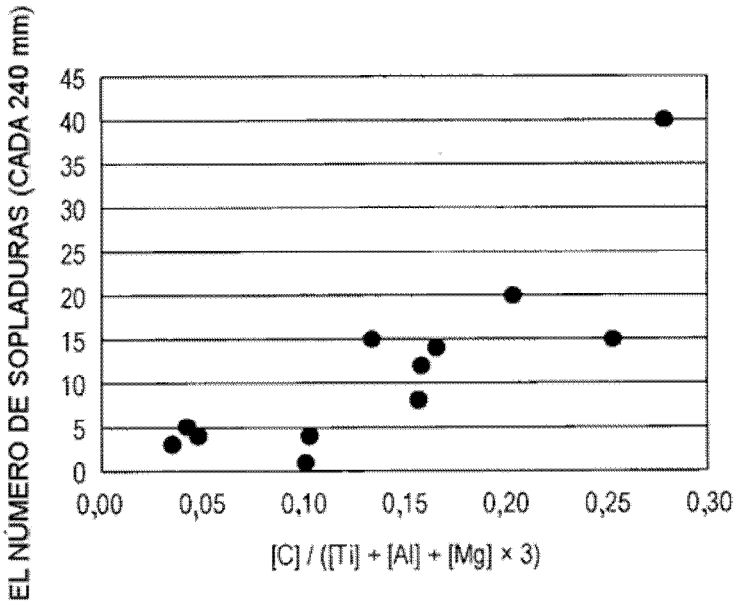
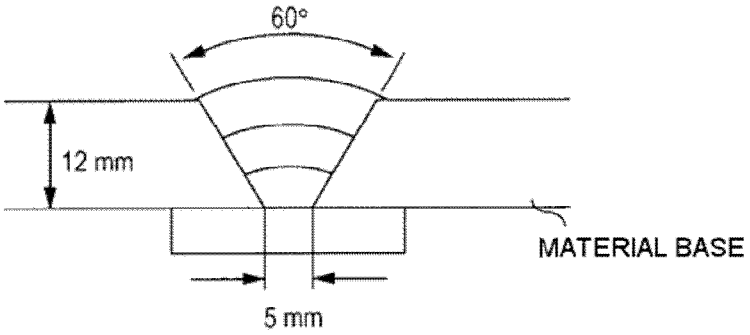

EL NÚMERO DE SOPLADURAS (CADA 240 mm)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30
[C] / ([Ti] + [Al] + [Mg] × 3)

FIG. 2


60°
12 mm
MATERIAL BASE
5 mm