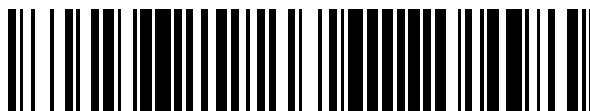


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 687**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)
C22C 38/50	(2006.01)
C22C 38/54	(2006.01)
C21D 6/00	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)
C22C 38/04	(2006.01)
C22C 38/06	(2006.01)
C22C 38/40	(2006.01)
C22C 38/48	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.03.2011 PCT/JP2011/055513**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2011 WO11114964**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2011 E 11756153 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2548988**

54 Título: **Acero inoxidable basado en ferrita para uso en componentes del sistema de escape de automóviles**

30 Prioridad:

15.03.2010 JP 2010057865

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.11.2019

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMIKIN STAINLESS STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Otemachi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-0004, JP**

72 Inventor/es:

**SAKAMOTO SHUNJI;
TERAOKA SHINICHI y
HIRAIDE NOBUHIKO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 731 687 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

Acero inoxidable basado en ferrita para uso en componentes del sistema de escape de automóviles

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un tipo de aleación pobre (composición que tiene bajo contenido de elementos de aleación) acero inoxidable basado en ferrita (acero inoxidable ferrítico) que es excelente en resistencia a la corrosión después de ser calentada y se puede usar preferentemente en componentes de un sistema de escape de automóviles. La presente invención se refiere en particular a un material de acero inoxidable ferrítico que es apropiado para componentes que están expuestos a ambientes con condiciones de temperatura relativamente suave, como tubos centrales, silenciadores, tubos de escape y similares, y puede asegurar la resistencia a la
10 corrosión después de ser calentado no conteniendo Mo o conteniendo una cantidad de Mo lo más baja posible, que es un elemento de aleación costoso.

La presente solicitud reivindica prioridad sobre la solicitud de patente japonesa número 2010-057865 presentada el 15 de marzo de 2010, cuyo contenido se incorpora aquí como referencia.

Antecedentes de la técnica

15 Las láminas de acero inoxidable ferrítico y los tubos de acero se han usado frecuentemente en los componentes de sistemas de escape. Por ejemplo, el SUH409L es un acero que contiene un 11% de Cr, en el que el Ti fija el C y el N para prevenir la sensibilización de las porciones soldadas y lograr una excelente trabajabilidad. El SUH409 tiene suficientes características de alta temperatura a 700°C o menos, y además, el SUH409 presenta un cierto grado de resistencia a la corrosión por agua condensada; y por lo tanto, el SUH409L es el más usado. Además, también se
20 usan aceros que tienen resistencia mejorada a la corrosión por el agua condensada y resistencia a la corrosión por sal, tales como AISI439, que contiene un 17% de Cr y en el que C y N están fijados por el Ti, SUS436J1L y SUS436L, que además contienen Mo, y similares.

Mientras tanto, debido a la diversificación de combustibles tales como los biocombustibles y similares, o a las regulaciones para mejorar el kilometraje de la gasolina en los últimos años, los entornos de corrosión de los
25 materiales de un sistema de escape de automóviles están cambiando. Además, en los mercados emergentes, la disminución del pH del agua condensada de los gases de escape generada por combustibles pobres se está convirtiendo en un problema. En consideración a tales situaciones, se ha llegado a considerar que se requiere un nivel más alto de resistencia a la corrosión. En respuesta a lo anterior, se considera que el SUS436L y similares que contienen Mo para mejorar la resistencia a la corrosión son apropiados para materiales para sistemas de escape en la técnica relacionada. Sin embargo, en una situación de la fuerte subida actual de los precios de los recursos, se sabe que el Mo es uno de los elementos de aleación más caros, y ha habido un gran deseo de un nuevo tipo de
30 acero que no contenga Mo o contenga una cantidad de Mo tan baja como sea posible, y exhiba una resistencia a la corrosión similar o superior a la del SUS436.

Con respecto a los problemas anteriores, se han propuesto varias técnicas en la técnica relacionada.

35 Por ejemplo, el documento de patente 1 describe un acero que contiene tanto Cu: de 0.3% a 2.0% como P: de 0.06% a 0.5% en lugar de contener Mo para asegurar una resistencia a la corrosión similar o superior a la de un acero 17Cr-1Mo. Sin embargo, dado que tanto el Cu como el P son elementos que fortalecen la disolución sólida, se provoca inevitablemente un deterioro de la trabajabilidad cuando se incluye una gran cantidad de Cu y P. La trabajabilidad y la resistencia a la corrosión también son propiedades indispensables para los materiales que se aplican a los componentes de los sistemas de escape; y, por lo tanto, es difícil aplicar el acero descrito anteriormente a los componentes en los sistemas de escape.
40

El documento de patente 2 describe un acero que contiene tanto Cu: de 0.5% a 2.0% como V: de 0.05% a 2.0% en lugar de contener Mo para asegurar una resistencia a la corrosión similar o superior a la de un acero 17Cr-0.5Mo. Sin embargo, al igual que en el caso del Documento de Patente 1, dado que el Cu es un elemento de fortalecimiento de la disolución sólida, se provoca inevitablemente un deterioro de la trabajabilidad cuando se incluye una gran cantidad de Cu. Además, de manera similar al Mo, el V tiene el problema de ser un elemento de aleación costoso.
45

El documento de patente 3 describe un acero en el que la cantidad de Si se reduce para asegurar la trabajabilidad, y se incluye de 0.01% a 1.0% de Co para mejorar la resistencia a la corrosión sin perjudicar la trabajabilidad, y en el acero, se asegura la resistencia a la corrosión similar a la del acero 18Cr-Mo. Sin embargo, un pequeño contenido, aproximadamente el 0.05%, de Co es suficiente solo en el caso de que se incluya aproximadamente el 25% de Cr. El contenido de Co necesita ser aproximadamente del 0.5% en el caso de que se incluya aproximadamente el 18% de Cr. Además, de manera similar a Mo, el Co también tiene el problema de ser un elemento de aleación caro y raro.
50

El documento de patente 4 describe un acero en el que uno o ambos de Ni: de 0.1% a 2.0% y Cu: de 0.1% a 1.0% están incluidos en una cantidad total de 0.6% o más para mejorar la resistencia a la corrosión sin incluir Mo. Sin embargo, para obtener una resistencia a la corrosión superior a la del SUS436L, es necesario incluir grandes cantidades de elementos de aleación, tal como un acero que contiene 20% de Cr y 1% de Ni. Por lo tanto, existe el
55

problema de que la técnica descrita anteriormente no reduce necesariamente los costes. Además, el Cu es un elemento que fortalece un acero más que el Mo, y existe el problema de que la trabajabilidad se deteriora incluso con un pequeño contenido de Cu.

5 Mientras tanto, como una técnica interesante que es aproximadamente consistente con el significado de la presente invención, que es una aleación pobre (composición que tiene bajos contenidos de elementos de aleación), se ha descrito una técnica en la que un acero contiene cantidades extremadamente pequeñas de Sn y Sb, que son elementos de aleación y tuvo poca repercusión en la técnica relacionada, a fin de mejorar las características del acero.

10 Por ejemplo, el documento de patente 5 describe un acero inoxidable ferrítico que contiene de 0.02% a 0.2% de Sb para mejorar la resistencia a la oxidación. El documento de patente 6 describe una lámina de acero inoxidable ferrítica que contiene uno o ambos de Sn y Sb con un contenido de 0.005% a 0.10% para prevenir la corrosión intergranular de P. Por ello, no se producen arañazos en la superficie causados por la corrosión intergranular cuando la lámina de acero se decapa con ácido sulfúrico. Además, el documento de patente 7 describe que es efectivo incluir un 0.5% o menos de Sn para suprimir la corrosión intergranular provocada por los carbonitruros de Cr en
15 zonas soldadas afectadas por el calor.

Sin embargo, en las técnicas descritas anteriormente, no existe una descripción con respecto a la resistencia a la corrosión por sal y la resistencia a la corrosión por agua condensada después del calentamiento de componentes en sistemas de escape, que se tratará en la presente invención.

20 Mientras tanto, en los últimos años, se ha prestado atención al efecto del Sn y Sb para mejorar la resistencia a la corrosión para desarrollar un nuevo tipo de acero.

Por ejemplo, el documento de patente 8 describe una lámina de acero inoxidable ferrítica que contiene uno o ambos de Sn y Sb, y es excelente en resistencia a la corrosión en grietas. Además, el documento de patente 9 también describe un acero inoxidable ferrítico que contiene Sn y Sb como elementos selectivos para suprimir el flujo de óxido de las porciones de la grieta.

25 Todas las técnicas descritas anteriormente tratan de la corrosión en grietas. En el acero inoxidable ferrítico, es necesario incluir el contenido apropiado de los elementos de aleación para suprimir la corrosión en grietas. Por lo tanto, en estas técnicas, los contenidos de los elementos de aleación son generalmente grandes; y, por ello, las características distintas de la resistencia a la corrosión (por ejemplo, la trabajabilidad y los costes) no necesariamente cumplen con los niveles satisfactorios. Por lo tanto, existe la posibilidad de una mejor optimización.

30 **Documento de la técnica anterior**

Documento de patente

Documento de patente 1: Solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación No. H6-145906

Documento de patente 2: Solicitud de patente examinada japonesa, segunda publicación No. S64-4576

Documento de patente 3: Publicación de patente japonesa concedida No. 2756190

35 Documento de patente 4: Solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación No. 2007-92163

Documento de patente 5: Solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación No. 2005-146345

Documento de patente 6: Solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación No. H11-92872

Documento de patente 7: Solicitud de patente japonesa no examinada, primera publicación No. 2002-38221

Documento de patente 8: Solicitud de patente japonesa no examinada, primera publicación No. 2008-190003

40 Documento de patente 9: Solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación No. 2009-97079

Descripción de la invención.

Problemas que resuelve la invención

45 La presente invención tiene como meta proporcionar un acero que no contenga Mo o contenga una cantidad reducida de Mo, y tenga resistencia a la corrosión y trabajabilidad similar o superior a las de SUS436L (basado en 17Cr-1.2Mo).

Mientras tanto, la resistencia a la corrosión tratada en la presente invención se refiere a la resistencia a la corrosión por agua condensada y la resistencia a la corrosión por sal en porciones planas generales requeridas en componentes en sistemas de escape que se usan en un intervalo de temperatura relativamente bajo, tales como silenciadores y similares. Particularmente, la presente invención trata de la resistencia a la corrosión después de

calentar un material para formar una película de óxido, es decir, una característica de la perforación por corrosión que determina la vida útil de los componentes en los sistemas de escape. Mientras tanto, en la presente invención, se supone que el entorno de calentamiento es una atmósfera a 400°C. Además, se considerará la resistencia a la corrosión después de que el material se mantiene durante 8 horas, que es un tiempo suficiente para formar una película de óxido en el medio de calentamiento.

Medios para resolver los problemas

Los presentes inventores llevaron a cabo una gran cantidad de ensayos de corrosión por sal y ensayos de corrosión por agua condensada en una variedad de materiales de acero inoxidable. Como resultado, se encontró que la resistencia a la corrosión después del calentamiento se mejora enormemente al añadir una cantidad apropiada de Sn y Ni, y este efecto es más fuerte que el efecto del Mo.

La presente invención se basa en el hallazgo anterior, y las características se muestran a continuación.

(1) Un acero inoxidable ferrítico para componentes de un sistema de escape de automóviles según un aspecto de la presente invención incluye, en términos de porcentaje en masa: C: $\leq 0.015\%$; Si: de 0.01% a 0.50%; Mn: de 0.01% a 0.50%; P: $\leq 0.050\%$; S: $\leq 0.010\%$; N: $\leq 0.015\%$; Al: de 0.010% a 0.100%; Cr: de 16.5% a 22.5%; Ni: de 0.5% a 2.0%; y Sn: de 0.01% a 0.50%, uno o ambos de Ti: de 0.03% a 0.30% y Nb: de 0.03% a 0.30%, y opcionalmente uno o más de

B: menor o igual a 0.0050%;

Mo: menor o igual a 0.2%; y

Cu: menor o igual a 0.35%; siendo el resto Fe e impurezas inevitables.

(2) El acero inoxidable ferrítico para componentes de un sistema de escape de automóviles según lo anterior (1) puede incluir además, en términos de porcentaje en masa, B: de 0.0002% a 0.0050%.

(3) El acero inoxidable ferrítico para componentes de un sistema de escape de automóviles según el (1) o (2) anterior puede incluir además, en términos de porcentaje en masa, uno o ambos de Mo: de 0.01% a 0.2% y Cu: de 0.01% a 0.35%.

Efectos de la invención.

Según el aspecto de la presente invención, es posible proporcionar un acero que no contenga Mo o contenga una cantidad reducida de Mo, y tenga resistencia a la corrosión después del calentamiento y trabajabilidad similar o superior a la del SUS436L. Por lo tanto, los efectos industriales son grandes.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista que muestra las influencias de Mo, Sn y Ni que afectan a la resistencia a la corrosión después del calentamiento, en la que la FIG. (a) es una vista que muestra la resistencia a la corrosión por sal, y la FIG. (b) es una vista que muestra la resistencia a la corrosión por agua condensada.

La Fig. 2 es una vista que muestra los intervalos apropiados para los contenidos de Sn y Ni para asegurar una trabajabilidad similar a la del SUS436L.

Mejor modo de llevar a cabo la invención.

Los inventores investigaron la resistencia a la corrosión por sal y la resistencia a la corrosión por agua condensada después de un tratamiento de calentamiento de 400°C \times 8 h usando láminas de acero en las que el contenido de Cr, que controla la resistencia a la corrosión, se fijó en el 17% y el contenido de Mo, Sn y Ni se varió, y las láminas de acero contenían tanto Sn como Ni.

La resistencia a la corrosión por sal se evaluó mediante el ensayo de corrosión de ciclo combinado definido en JASO-M609-91. Aquí, en el ensayo de corrosión de ciclo combinado, la pulverización de agua salada, el secado y la humectación se llevaron a cabo repetidamente. Durante la pulverización de agua salada, se pulverizó una disolución de NaCl al 5% sobre las muestras a 35°C durante 2 horas. Durante el secado, las muestras se dejaron reposar en una atmósfera que tiene una humedad relativa del 20% a 60°C durante 4 horas. Durante la humectación, las muestras se dejaron reposar en una atmósfera con una humedad relativa del 90% a 50°C durante 2 horas.

La resistencia a la corrosión por agua condensada se evaluó por medio de un ensayo de corrosión por agua condensada basado en JASO-M611-92-A. Aquí, las condiciones del ensayo de corrosión por agua condensada difieren de las de los estándares JASO en que la concentración de iones Cl en el fluido de corrosión se cambió a 1000 ppm.

Un ejemplo de los resultados se muestra en la FIG. 1. La FIG. 1 es una vista que muestra las relaciones entre el

5 contenido de un elemento de aleación y la profundidad máxima de corrosión, en la que la FIG. (a) muestra los resultados de la corrosión por sal y la FIG. (b) muestra los resultados de la corrosión por agua condensada. El contenido del elemento de aleación como se muestra a lo largo del eje horizontal en la FIG. 1 se refiere al contenido respectivo de Mo, Ni y Sn como se describe en el título (descripción de las señales de referencia) en la FIG. 1. "Ni + 0.14% Sn" en la leyenda indica que el contenido de Sn se fija a 0.14%, y el contenido de Ni varía como se muestra en el eje horizontal en la FIG. 1. De manera similar, "Sn + 0.61% Ni" indica que el contenido de Ni se fija a 0.61%, y el contenido de Sn varía como se muestra en el eje horizontal en la FIG. 1.

10 Es evidente en la FIG. 1 que todos los Mo, Sn y Ni mejoran la resistencia a la corrosión. En particular, se encontró que el Sn es un elemento que desarrolla un efecto de mejora de la resistencia a la corrosión aproximadamente 2.5 veces más que el Mo. Además, se encontró que el Ni es un elemento que desarrolla un efecto de mejora de la resistencia a la corrosión tanto como el Mo. Como tal, se puede entender que el Ni o Sn solo pueden reemplazar a Mo; sin embargo, se encontró que el efecto se vuelve más fuerte en el caso de que se incluyan tanto Ni como Sn. Particularmente, en el caso en que se incluye Ni junto con una pequeña cantidad, aproximadamente el 0.1%, de Sn, el contenido de Ni se puede reducir a aproximadamente 2/3 del contenido de Ni en el caso en el que se incluye Ni solo. Dado que tanto el Ni como el Sn son elementos que fortalecen la disolución sólida que deterioran la trabajabilidad, el efecto de reducir el contenido de Ni añadiendo una pequeña cantidad de Sn produce ventajas no solo para el ahorro de recursos y la reducción de los costes de aleación sino también para la trabajabilidad. Como tal, un acero en el que se añadieran tanto Sn como Ni se podría evaluar que es un tipo de un acero que tiene suficientes propiedades para reemplazar un acero que contiene Mo.

20 Aún no se ha aclarado un mecanismo para desarrollar tal efecto debido a la presencia conjunta de Sn y Ni. Sin embargo, tanto el Sn como el Ni exhiben presumiblemente acciones para suprimir la disolución activa y promover la re-pasivación en una etapa de progreso de la corrosión, porque tanto el Sn como el Ni son elementos que no tienen efecto en una etapa de ocurrencia de la corrosión. Además, también se supone que el Sn y el Ni contribuyen a la acción de densificar una película de óxido que se forma mediante un tratamiento de calentamiento. Estas acciones no son útiles para un problema de aparición de óxido tal como el óxido inicial; sin embargo, estas acciones son útiles para mejorar la vida útil de la perforación. Por lo tanto, las acciones descritas anteriormente pueden ser modos óptimos de mejora para componentes en sistemas de escape para los cuales la vida útil es más importante que la apariencia.

30 A continuación, para los materiales que se usaron en la investigación de resistencia a la corrosión, también se investigó la trabajabilidad. Se fabricó una muestra de ensayo No. 13B en JIS Z2201, y se llevó a cabo un ensayo de tracción usando la muestra de ensayo para medir la elongación total. La trabajabilidad se evaluó usando el valor medido de la elongación total. Los resultados obtenidos se muestran en la FIG. 2. La FIG. 2 muestra los intervalos de los contenidos de Sn y Ni en los que se puede asegurar una trabajabilidad similar cuando se usa el valor de elongación (30.7%) del SUS436L como estándar de comparación. Basado en lo anterior, se encontró que el límite superior del contenido de Sn se establece preferentemente en 0.5%, y el límite superior del contenido de Ni se establece preferentemente en 2.0%.

35 De lo anterior, en el caso de que se añada una cantidad apropiada tanto de Sn como de Ni a un acero, se puede evaluar que el acero está disponible para su uso real como material para sistemas de escape que reemplaza a SUS436L.

40 Mientras tanto, se puede incluir una pequeña cantidad de Mo y Cu para mejorar aún más la resistencia a la corrosión, mientras que tal inclusión es contraria al propósito de una aleación pobre. Sin embargo, el efecto del Mo y Cu para mejorar la resistencia a la corrosión es menor que el efecto de la co-presencia de Sn y Ni (el efecto que se puede obtener cuando el Sn y Ni están presentes juntos). Por lo tanto, el Mo y el Cu no se incluyen preferentemente en lugar de Sn y Ni. Además, es necesario tener en cuenta que la inclusión de Mo y Cu no solo aumenta los costes de la aleación, sino que también deteriora la trabajabilidad o la fabricabilidad. El límite superior del contenido de Cu se establece preferentemente en 0.35%, y el límite superior del contenido de Mo se establece preferentemente en 0.2%.

De aquí en adelante, se describirán en detalle las acciones de los elementos de aleación en la realización y las razones por las que los contenidos de los mismos están limitados.

50 C, N: el C y N son elementos que provocan corrosión intergranular en las zonas soldadas afectadas por el calor, y el C y el N deterioran la resistencia a la corrosión después del calentamiento. Además, el C y el N deterioran la trabajabilidad en frío. Por lo tanto, los contenidos de C y N se deben suprimir hasta un nivel lo más bajo posible, y cada uno de los límites superiores de los contenidos de C y N es preferentemente de 0.015%, y más preferentemente de 0.010%.

55 Si: el Si tiene una acción de mejorar la resistencia a la corrosión después del calentamiento; y por lo tanto, se incluye 0.01% o más de Si. Sin embargo, dado que el Si deteriora la trabajabilidad, no se debe incluir una gran cantidad de Si, y el límite superior del contenido de Si está preferentemente limitado a 0.50%. El contenido de Si está preferentemente en un intervalo de 0.05% a 0.30%.

Mn: el Mn también tiene una acción de mejorar la resistencia a la corrosión después del calentamiento; y por lo tanto, se incluye 0.01% o más de Mn. Sin embargo, dado que el Mn deteriora la trabajabilidad, no se debe incluir una gran cantidad de Mn, y el límite superior del contenido de Mn se limita preferentemente a 0.50%. El contenido de Mn está preferentemente en un intervalo de 0.05% a 0.30%.

5 P: el P es un elemento que deteriora la trabajabilidad. Por lo tanto, el contenido de P está deseablemente limitado a un nivel tan bajo como sea posible. El límite superior permisible del contenido de P se establece en 0.050%. El límite superior del contenido de P es preferentemente de 0.030%.

10 S: el S es un elemento que deteriora la resistencia a la corrosión después del calentamiento. Por lo tanto, el contenido de S está limitado deseablemente a un nivel tan bajo como sea posible. El límite superior permisible del contenido de S se establece en 0.010%. El límite superior del contenido de S es preferentemente de 0.0050%, y más preferentemente de 0.0030%.

15 Cr: el Cr es un elemento básico para asegurar la resistencia a la corrosión después del calentamiento, y es esencial incluir una cantidad apropiada de Cr. Es necesario establecer el límite inferior del contenido de Cr en 16.5%. Mientras tanto, el límite superior del contenido de Cr se establece preferentemente en 22.5% desde los puntos de vista del hecho de que el Cr es un elemento que deteriora la trabajabilidad y la necesidad de suprimir los costes de la aleación. El contenido de Cr está preferentemente en un intervalo de 16.8% a 19.5%.

20 Al: el Al es útil como elemento desoxidante, y el Al tiene la acción de mejorar la resistencia a la corrosión después del calentamiento. Por lo tanto, se incluye 0.010% o más de Al. Sin embargo, dado que el Al deteriora la trabajabilidad, no se debe incluir una gran cantidad de Al. El límite superior del contenido de Al está preferentemente limitado a 0.100%. El contenido de Al está preferentemente en un intervalo de 0.020% a 0.060%.

En la realización, se incluyen uno o ambos de Ti y Nb.

25 Ti: el Ti tiene una acción de fijar C y N en forma de carbonitruros para suprimir la corrosión intergranular. Por lo tanto, en el caso de que se incluya Ti, el límite inferior del contenido de Ti se establece en 0.03%. Sin embargo, dado que el efecto se satura y la trabajabilidad se ve afectada incluso cuando se incluye una cantidad excesiva de Ti, el límite superior del contenido de Ti se establece en 0.30%. El límite superior del contenido de Ti es preferentemente de 0.20%. Mientras tanto, el contenido de Ti está preferentemente en un intervalo de 5 veces o más a 30 veces o menos de la suma de los contenidos de C y N.

30 Nb: de manera similar al Ti, el Nb tiene la acción de fijar C y N en forma de carbonitruros para suprimir la corrosión intergranular. Por lo tanto, en el caso de que se incluya Nb, el límite inferior del contenido de Nb se establece en 0.03%. Sin embargo, dado que la trabajabilidad se ve afectada incluso cuando se incluye una cantidad excesiva de Nb, el límite superior del contenido de Nb se establece en 0.30%. El contenido de Nb está preferentemente en un intervalo de 0.03% a 0.10%.

35 Sn: el Sn es extremadamente útil como un elemento que mejora en gran medida la resistencia a la corrosión después del calentamiento, incluso cuando el contenido es bajo, y el Sn es un elemento de aleación que sirve como base del acero inoxidable de la realización. El límite inferior del contenido de Sn se establece en 0.01%. El límite inferior del contenido de Sn es preferentemente de 0.05%. Por otra parte, el Sn es un elemento que afecta a la trabajabilidad, y el Sn también afecta a la dureza de las porciones soldadas. Por lo tanto, no es deseable que se incluya más del 0.5% de Sn. El límite superior del contenido de Sn es preferentemente del 0.4%, y más preferentemente del 0.3%.

40 Ni: en el caso de que se añada tanto Ni como Sn, la resistencia a la corrosión después del calentamiento mejora considerablemente incluso cuando el contenido de Ni es relativamente pequeño. El Ni es un elemento extremadamente útil, y el Ni es un elemento de aleación que sirve como base del acero inoxidable de la realización. El límite inferior del contenido de Ni es del 0.5%. Mientras tanto, en el caso de que el contenido de Ni se vuelva excesivo, aparece y se endurece una estructura de martensita. Por lo tanto, el límite superior del contenido de Ni se establece en 2.0%. El límite superior del contenido de Ni es preferentemente del 1.5%, y más preferentemente del 1.0%.

El acero inoxidable en la realización puede contener los siguientes elementos opcionales según sea necesario.

50 B: el B es un elemento útil que suprime la corrosión intergranular del Sn para prevenir la fragilidad del trabajo secundario provocada por la degradación de la resistencia de los bordes de grano o el deterioro de la trabajabilidad en caliente. El B es un elemento que no influye en la resistencia a la corrosión después del calentamiento. Por lo tanto, el B se puede incluir según sea necesario y el límite inferior del contenido de B se establece en 0.0002%. En el caso de que el contenido de B supere el 0.0050%, la trabajabilidad en caliente se deteriora inversamente; y, por lo tanto, el límite superior del contenido de B se establece preferentemente en 0.0050%. El contenido de B está preferentemente en un intervalo de 0.0004% a 0.0015%.

55 Mo: en el caso de que se persiga la mejor resistencia a la corrosión después del calentamiento, se puede incluir una pequeña cantidad de Mo, mientras que tal inclusión es contraria a la definición de una aleación pobre (reducción del

contenido de elementos de aleación) y bajos costes. En el caso de que el Mo esté incluido, el límite inferior del contenido de Mo se establece en 0.01%. Por ello, resulta más fácil superar la resistencia a la corrosión del SUS436L después del calentamiento. Además, dado que es necesario mantener el contenido de Mo en un nivel mínimo requerido en un intervalo en el que la trabajabilidad no se deteriore, el límite superior del contenido de Mo se establece en 0.2%.

Cu: de manera similar al Mo, en el caso en el que se persigue la mejor resistencia a la corrosión después del calentamiento, se puede incluir una pequeña cantidad de Cu, aunque dicha inclusión es contraria a la definición de una aleación pobre (reducción del contenido de elementos de aleación) y bajos costes. En el caso de que se incluya Cu, el límite inferior del contenido de Cu se establece en 0.01%. Por ello, resulta más fácil superar la resistencia a la corrosión del SUS436L después del calentamiento. Además, dado que es necesario mantener el contenido de Cu en un nivel mínimo requerido en un intervalo en el que la trabajabilidad no se deteriore, el límite superior del contenido de Cu se establece en 0.35%. El contenido de Cu está preferentemente en un intervalo de 0.10% a 0.30%.

Una lámina ordinaria de acero inoxidable para componentes en sistemas de escape se fabrica mediante el siguiente método. En primer lugar, un acero se funde y refina en un convertidor o un horno eléctrico para fabricar un bloque (palancón, palanquilla). A continuación, el bloque se somete a laminado en caliente, decapado, laminado en frío, recocido, decapado de acabado y similares para fabricar una lámina de acero. Además, un tubo de acero inoxidable ordinario para componentes en sistemas de escape se fabrica sometiendo la lámina de acero descrita anteriormente como material a soldadura por resistencia eléctrica, soldadura TIG, soldadura láser o similares.

El acero inoxidable ferrítico que tiene la composición descrita anteriormente se fabrica en forma de láminas de acero por un método ordinario de fabricación de una lámina de acero inoxidable para componentes en sistemas de escape. Además, con el acero inoxidable ferrítico que tiene la composición descrita anteriormente se fabrican tubos soldados por un método ordinario de fabricación de un tubo de acero inoxidable para componentes en sistemas de escape.

La lámina de acero inoxidable ferrítico fabricada de la manera anterior es preferentemente mejor que SUS436J1L en términos de la trabajabilidad, y la elongación total es preferentemente 30.7% o más. La elongación total se mide por medio del ensayo de tracción definido en JISZ2201. Con respecto a la lámina de acero inoxidable que tiene los componentes de la realización que se fabrica usando un método ordinario, es posible lograr una elongación total en un intervalo favorable.

La resistencia a la corrosión después del calentamiento que se define en la realización se evalúa usando la profundidad máxima de corrosión que se mide con el siguiente método. En primer lugar, una muestra de ensayo de corrosión de una lámina plana se coloca en atmósfera de aire a 400°C durante 8 horas. A continuación, la muestra de ensayo de corrosión tratada térmicamente se somete a un ensayo de corrosión de ciclo combinado y un ensayo de corrosión por agua condensada para medir la profundidad máxima de corrosión.

El ensayo de corrosión de ciclo combinado se lleva a cabo según JASO-M609-91. A continuación, se mide la profundidad máxima de corrosión de la muestra de ensayo después del ensayo de corrosión. El ensayo de corrosión por agua condensada se realiza basado en JASO-M611-92-A, excepto que la concentración de iones Cl en un líquido de corrosión se establece en 1000 ppm. A continuación, se mide la profundidad máxima de corrosión de la muestra de ensayo después del ensayo de corrosión. Los resultados obtenidos de la profundidad máxima de corrosión se comparan con las profundidades máximas de corrosión del SUS436L, que es un estándar de comparación para evaluar las calidades relativas.

La razón por la que el tratamiento de calentamiento se lleva a cabo en la muestra de ensayo de corrosión en atmósfera de aire antes del ensayo de corrosión es que es necesario incorporar las condiciones que encuentran los componentes de un sistema de escape en un vehículo real (es decir, las condiciones en las que se forma una película de óxido debido a la alta temperatura del gas de escape). Esta película de óxido influye en la concentración de Cr en la interfase entre la película y el metal base, y la película de óxido actúa para proteger de las sustancias medioambientales. Por lo tanto, en el caso de que el tratamiento térmico que forma la película de óxido no se lleve a cabo, no se pueden simular las características de corrosión de los componentes en un sistema de escape de un vehículo real, y no es posible realizar una evaluación válida. El Sn y el Ni que se incluyen en la realización no solo mejoran la resistencia a la corrosión del metal base, sino que también influyen en el comportamiento de crecimiento, la densificación y similares de la película de óxido. Por lo tanto, el Sn y el Ni contribuyen al efecto de proteger las sustancias de corrosión de la película de óxido. Como resultado, se supone que el Sn y el Ni exhiben una acción de mejora de la resistencia a la corrosión después del calentamiento.

Mientras tanto, la razón por la que la concentración de iones Cl se establece en 1000 ppm en el ensayo de corrosión por agua condensada se mostrará a continuación. En el caso de que la concentración de iones Cl sea de 100 ppm, como se describe en los estándares JASO, un acero inoxidable de clase SUS436L rara vez se corroe, y hay casos en que los resultados de la evaluación difieren de los problemas de corrosión (ejemplos de corrosión real) de un vehículo real (Hay casos en los que no se observa una correlación entre los resultados de la evaluación y los ejemplos reales de corrosión de un vehículo real). Por lo tanto, para establecer condiciones más estrictas basadas en los ejemplos reales de corrosión que ocurren en un vehículo real, la concentración de iones Cl se establece en

1000 ppm.

Ejemplos

Basado en los ejemplos, la realización se describirá con más detalle.

- 5 Se fundieron 150 kg de aceros que tienen las composiciones mostradas en las Tablas 1 y 2 en un horno de fusión al vacío, y los aceros se moldearon para producir 50 kg de lingotes. A continuación, los lingotes se sometieron a procedimientos de laminado en caliente, recocido de láminas laminadas en caliente, decapado, laminado en frío, recocido, decapado de acabado para fabricar láminas de acero que tienen un grosor de 1.2 mm.
- 10 En el procedimiento de fabricación de las láminas laminadas en caliente, los lingotes que tienen un grosor de material de 90 mm se sometieron a 9 pasadas de laminación en caliente a una temperatura de calentamiento de 1160°C para obtener un grosor de lámina de 3.2 mm. A continuación, las láminas se sometieron a enfriamiento con agua. En el procedimiento de recocido de la lámina laminada en caliente, las láminas laminadas en caliente se sometieron a enfriamiento por aire a 940°C durante 3 minutos. En el procedimiento de fabricación de las láminas laminadas en frío, las láminas laminadas en caliente que tienen un grosor de lámina de 3.2 mm se sometieron a laminación en frío para obtener un grosor final de 1.0 mm. En el procedimiento de recocido, las láminas laminadas
- 15 en frío se sometieron a enfriamiento por aire a 920°C durante 1 minuto. En el procedimiento de decapado de las láminas laminadas en caliente, las láminas laminadas en caliente se sometieron a granallado, y a continuación las láminas laminadas en caliente se decaparon usando una disolución acuosa de ácido sulfúrico. En el procedimiento de decapado de acabado, el decapado se llevó a cabo usando una disolución acuosa de ácido fluorhídrico y nítrico (una mezcla líquida de ácido nítrico y ácido fluorhídrico).
- 20 En las Tablas 1 y 2, se destacan los valores de los componentes fuera de los intervalos definidos en la realización. Además, un resto distinto de los elementos descritos en las Tablas 1 y 2 es hierro e impurezas inevitables.
- 25 Las muestras de ensayo de corrosión se tomaron de cada una de las láminas de acero y las caras de ensayo se pulieron con papel de lija de grano 600. A continuación, las muestras de ensayo de corrosión se sometieron a un tratamiento de calentamiento en un horno de atmósfera de aire a una temperatura de 400°C durante 8 horas. Las muestras de ensayo de corrosión tratadas térmicamente se sometieron a un ensayo de corrosión cíclico y un ensayo de corrosión por agua condensada. En el ensayo de corrosión cíclico, la pulverización de agua salada, el secado y la humectación se llevaron a cabo repetidamente según la JASO-M609-91, que simulaba un medio salino. Durante la pulverización de agua salada, se pulverizó una disolución de NaCl al 5% sobre las muestras a una temperatura de 35°C durante 2 horas. Durante el secado, las muestras se dejaron reposar en una atmósfera que tiene una humedad
- 30 relativa del 20% a una temperatura de 60°C durante 4 horas. Durante la humectación, la muestra se dejó reposar en una atmósfera con una humedad relativa del 90% a 50°C durante 2 horas. El ensayo de corrosión por agua condensada se llevó a cabo basado en la JASO-M611-92-A, excepto que la concentración de iones Cl en el líquido de ensayo se estableció en 1000 ppm.
- 35 Las muestras del ensayo de corrosión después de la finalización de los ensayos de corrosión se sometieron a un tratamiento de desoxidación y, a continuación, se midió la profundidad máxima de corrosión mediante un método de profundidad focal de microscopio.
- Además, en paralelo con los ensayos de corrosión, para evaluar la trabajabilidad, se fabricó una muestra de ensayo No. 13B de JIS Z2201 a partir de cada una de las láminas de acero, y se llevó a cabo un ensayo de tracción. A continuación, se evaluó la elongación total de la muestra de ensayo en la dirección de la longitud de la lámina.
- 40 En el caso de que la relación entre la profundidad máxima de corrosión y la profundidad máxima de corrosión del SUS436L (la profundidad máxima de corrosión de la muestra de lámina de acero / la profundidad de corrosión máxima de SUS436L) fuera menor de 1, se evaluó que la resistencia a la corrosión era buena. Además, en el caso de que el valor de la elongación total no fuera menor que el valor (30.7%) de la elongación total del SUS436L, se evaluó que la trabajabilidad era buena.
- 45 Los resultados de ensayo se muestran en la Tabla 3.

ES 2 731 687 T3

Tabla 1

Tipo	No.	Componentes químicos (% en masa)													Nota
		C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Sn	Ti	Nb	N	Otros	
Ejemplo	1	0.0031	0.45	0.15	0.017	0.0008	0.019	17.11	0.51	0.14	0.211	-	0.0062	-	
	2	0.0042	0.15	0.21	0.018	0.0011	0.051	17.01	0.71	0.14	0.038	0.151	0.0071	-	
	3	0.0035	0.10	0.08	0.019	0.0009	0.049	17.03	1.01	0.14	0.198	-	0.0068	-	
	4	0.0028	0.11	0.09	0.018	0.0091	0.052	16.99	1.20	0.14	0.201	-	0.0073	-	
	5	0.0025	0.04	0.08	0.016	0.0021	0.048	17.02	1.50	0.14	0.205	-	0.0059	-	
	6	0.0032	0.15	0.09	0.022	0.0012	0.051	17.01	1.80	0.02	0.202	-	0.0069	-	
	7	0.0029	0.08	0.45	0.019	0.0010	0.069	17.12	0.61	0.10	0.189	-	0.0060	-	
	8	0.0031	0.15	0.09	0.041	0.0011	0.044	17.08	0.61	0.20	0.195	-	0.0079	-	
	9	0.0035	0.16	0.10	0.019	0.0010	0.051	17.03	0.61	0.30	-	0.184	0.0055	-	
	10	0.0033	0.15	0.09	0.018	0.0011	0.059	17.10	0.61	0.48	0.223	-	0.0074	-	
	11	0.0031	0.35	0.48	0.021	0.0012	0.098	16.59	0.51	0.06	0.287	-	0.0071	-	
	12	0.0025	0.09	0.10	0.020	0.0010	0.021	22.35	0.51	0.02	0.221	-	0.0069	-	
	13	0.0037	0.15	0.12	0.018	0.0011	0.051	16.98	0.61	0.10	0.211	-	0.0057	Cu:0.15	
	14	0.0036	0.15	0.15	0.019	0.0009	0.053	16.95	0.60	0.10	0.207	-	0.0056	Mo:0.15	
	15	0.0031	0.07	0.08	0.018	0.0011	0.091	16.99	0.61	0.10	0.191	-	0.0051	B:0.0006	
	16	0.0034	0.15	0.11	0.021	0.0012	0.052	16.97	1.51	0.48	0.193	-	0.0053	-	
	17	0.0032	0.08	0.10	0.019	0.0009	0.059	18.57	1.02	0.11	0.205	-	0.0057	-	

Tabla 2

Tipo	No.	Componentes químicos (% en masa)													Nota
		C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Sn	Ti	Nb	N	Otros	
Ejemplo comparativo	101	0.0028	0.10	0.09	0.021	0.0011	0.069	17.15	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	0.211	-	0.0067	<u>Mo:1.19</u>	SUS436L
	102	0.0029	0.15	0.15	0.020	0.0009	0.061	<u>16.15</u>	0.51	0.11	0.190	-	0.0069	-	
	103	0.0025	0.09	0.09	0.021	0.0012	0.061	19.51	<u>0.25</u>	0.31	0.174	-	0.0073	-	
	104	0.0022	0.09	0.10	0.019	0.0016	0.055	17.08	<u>0.25</u>	0.30	0.161	-	0.0059	-	
	105	0.0042	0.11	0.09	0.018	0.0011	0.051	17.11	<u>0.00</u>	0.30	0.221	-	0.0069	-	
	106	0.0035	0.15	0.10	0.018	0.0021	0.052	17.01	<u>0.00</u>	0.20	0.211	-	0.0060	-	
	107	0.0028	0.13	0.11	0.018	0.0012	0.048	17.03	<u>0.00</u>	0.10	0.207	-	0.0079	-	
	108	0.0025	0.15	0.09	0.018	0.0010	0.051	16.99	<u>0.00</u>	0.14	0.191	-	0.0055	-	
	109	0.0032	0.16	0.08	0.018	0.0011	0.069	17.02	<u>0.30</u>	0.14	0.198	-	0.0074	-	
	110	0.0029	0.15	0.09	0.018	0.0011	0.044	17.01	0.51	<u>0.00</u>	0.201	-	0.0071	-	
	111	0.0031	0.13	0.11	0.018	0.0021	0.052	16.99	0.71	<u>0.00</u>	0.205	-	0.0069	-	

ES 2 731 687 T3

	112	0.0035	0.14	0.12	0.018	0.0012	0.048	17.01	0.98	<u>0.00</u>	0.202	-	0.0057	-	
	113	0.0033	0.15	0.17	0.018	0.0010	0.051	17.03	<u>0.31</u>	<u>0.00</u>	0.189	-	0.0056	-	
	114	0.0031	0.09	0.15	0.018	0.0011	0.069	16.99	<u>0.11</u>	<u>0.00</u>	0.211	-	0.0067	-	
	115	0.0025	0.15	0.14	0.018	0.0018	0.044	17.02	0.52	<u>0.54</u>	0.209	-	0.0069	-	
	116	0.0037	0.21	0.16	0.018	0.0013	0.051	17.01	<u>2.12</u>	0.30	0.191	-	0.0073	-	
	117	0.0036	0.19	0.17	0.018	0.0018	0.059	17.12	<u>2.15</u>	0.48	0.188	-	-	-	

Tabla 3

Tipo	No.	Profundidad máxima de corrosión (µm)		Relación de la profundidad máxima de corrosión a la profundidad máxima de corrosión de SUS436L		Trabajabilidad	Nota
		Corrosión por sal	Corrosión por agua condensada	Corrosión por sal	Corrosión por agua condensada	Elongación (%)	
	1	220	140	0.96	0.97	32.1	
	2	180	110	0.78	0.76	32.0	
	3	160	80	0.70	0.55	31.9	
	4	150	60	0.65	0.41	31.4	
	5	136	40	0.59	0.28	30.8	
	6	115	25	0.50	0.17	30.7	
	7	228	140	0.99	0.97	31.9	
Ejemplo	8	132	90	0.57	0.62	31.7	
	9	80	45	0.35	0.31	31.5	
	10	60	25	0.26	0.17	30.8	
	11	180	98	0.78	0.68	33.9	
	12	120	25	0.52	0.17	30.9	
	13	204	128	0.89	0.88	31.7	
	14	210	128	0.91	0.88	31.7	
	15	226	138	0.98	0.95	32.0	
	16	117	26	0.51	0.18	30.7	
	17	135	51	0.59	0.35	31.0	
Ejemplo comparativo	101	230	145	1.00	1.00	30.7	SUS436L
	102	620	280	2.70	1.93	32.1	
	103	365	180	1.59	1.24	32.5	
	104	407	166	1.77	1.14	33.0	
	105	490	185	2.13	1.28	33.4	
	106	590	260	2.57	1.79	33.9	

	107	700	330	3.04	2.28	34.4	
	108	751	316	3.27	2.18	33.7	
	109	650	290	2.83	2.00	33.1	
	110	551	300	2.40	2.07	33.3	
	111	450	260	1.96	1.79	32.6	
	112	380	220	1.65	1.52	31.9	
	113	670	340	2.91	2.34	34.1	
	114	770	390	3.35	2.69	34.3	
	115	179	85	0.78	0.59	28.9	
	116	90	22	0.39	0.15	15.1	
	117	88	20	0.38	0.14	12.1	

5 En la realización, el objetivo es mejorar la resistencia a la corrosión después del calentamiento para que no sea menor que la del SUS436L. Por lo tanto, en la Tabla 3, se muestra la relación de la profundidad máxima de corrosión de la muestra de lámina de acero a la profundidad máxima de corrosión del SUS436L (la profundidad de corrosión máxima de la muestra de lámina de acero / la profundidad de corrosión máxima del SUS436L).

Mientras tanto, el Ejemplo comparativo No. 101 es SUS436L.

10 Dado que el Ejemplo comparativo No. 102 tiene un pequeño contenido de Cr, no se pudo obtener suficiente resistencia a la corrosión. En los Ejemplos comparativos No. 103 a 109, los contenidos de Ni estaban fuera del intervalo definido en la realización. En los Ejemplos comparativos Nos. 110 a 112, los contenidos de Sn estaban fuera del intervalo definido en la realización. En los Ejemplos comparativos No. 113 a 114, los contenidos de Sn y Ni estaban fuera del intervalo definido en la realización. Por lo tanto, con respecto a los Ejemplos comparativos No. 103 a 114, la resistencia a la corrosión después del calentamiento era insuficiente. Con respecto a los Ejemplos comparativos No. 115 a 117, dado que los contenidos de Sn o Ni eran demasiado grandes, los valores de elongación eran más bajos que el valor del SUS436L; y por lo tanto, la trabajabilidad era insuficiente.

15 Por otra parte, en los Ejemplos No. 1 a 17, el contenido de los elementos de aleación era apropiado, y tanto la resistencia a la corrosión después del calentamiento como la trabajabilidad eran valores suficientemente satisfactorios que no eran menores que los del SUS436L.

Aplicabilidad industrial

20 El acero inoxidable ferrítico según el aspecto de la invención no contiene Mo o contiene una cantidad reducida de Mo, y tiene resistencia a la corrosión y trabajabilidad que son similares o superiores a los del SUS436L. Por lo tanto, el acero inoxidable ferrítico según el aspecto de la invención se puede aplicar preferentemente como un material para uso en componentes en un sistema de escape de automóviles tales como tubos centrales, silenciadores, tubos de escape y similares.

REIVINDICACIONES

1. Un acero inoxidable ferrítico para componentes de un sistema de escape de automóviles, comprendiendo el acero inoxidable ferrítico, en términos de porcentaje en masa:
- 5 C: $\leq 0.015\%$;
- Si: de 0.01% a 0.50%;
- Mn: de 0.01% a 0.50%;
- P: $\leq 0.050\%$;
- S: $\leq 0.010\%$;
- N: $\leq 0.015\%$;
- 10 Al: de 0.010% a 0.100%;
- Cr: de 16.5% a 22.5%;
- Ni: de 0.5% a 2.0%; y
- Sn: de 0.01% a 0.50%,
- ya sea uno o ambos de Ti: de 0.03% a 0.30% y Nb: de 0.03% a 0.30%, y
- 15 opcionalmente uno o más de
- B: $\leq 0.0050\%$;
- Mo: $\leq 0.2\%$; y
- Cu: $\leq 0.35\%$;
- siendo el resto Fe e impurezas inevitables.
- 20 2. El acero inoxidable ferrítico para componentes de un sistema de escape de automóviles según la reivindicación 1, en el que el acero inoxidable ferrítico comprende además, en términos de porcentaje en masa, B: de 0.0002% a 0.0050%.
- 25 3. El acero inoxidable ferrítico para componentes de un sistema de escape de automóviles según la reivindicación 1 o 2, en el que el acero inoxidable ferrítico comprende además, en términos de porcentaje en masa, uno o ambos de Mo: de 0.01% a 0.2% y Cu: de 0.01% a 0.35%.

FIG. 1

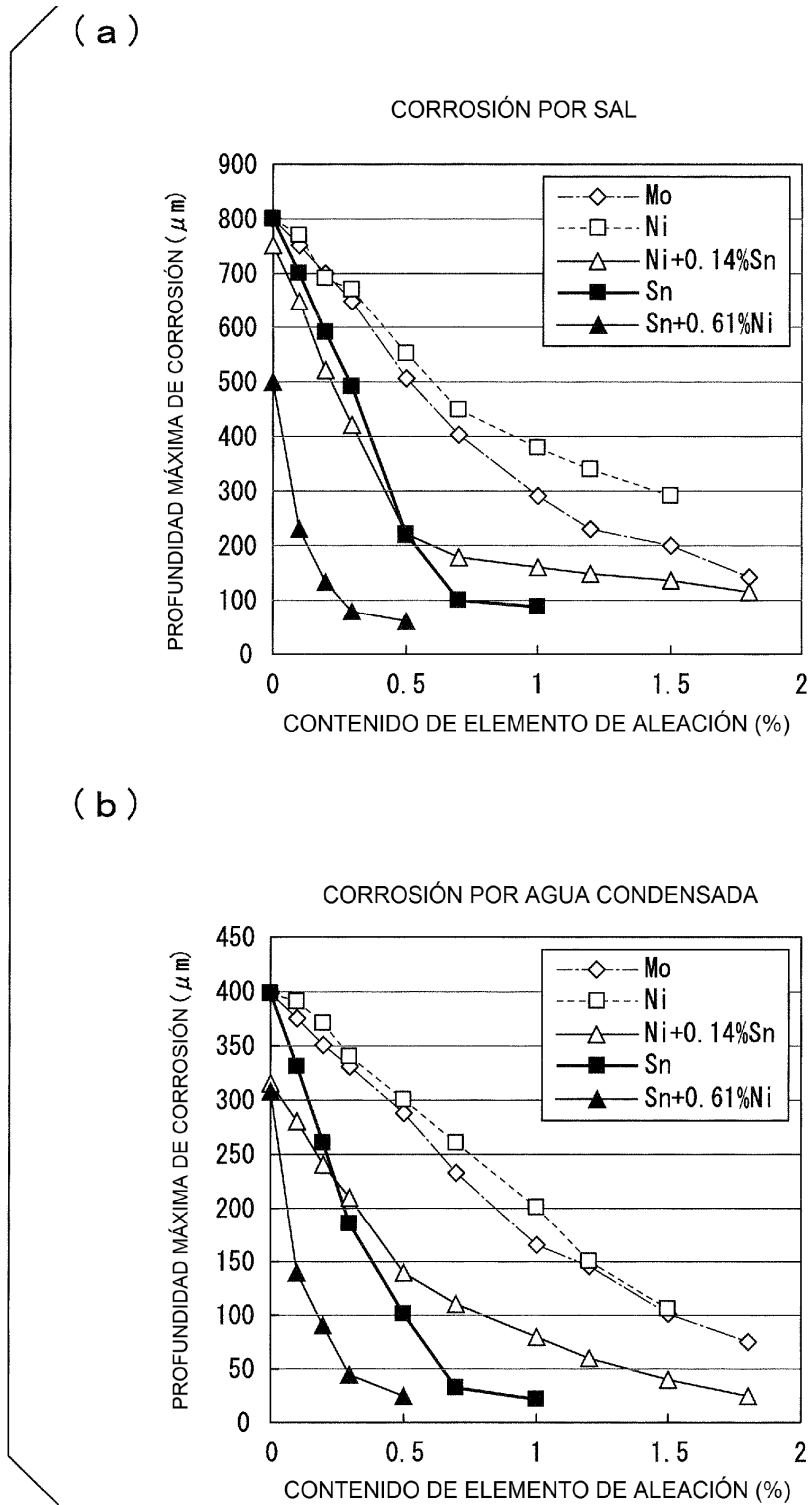


FIG. 2

