

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 071**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00 (2006.01) **C22C 38/48** (2006.01)

C22C 38/42 (2006.01)

C22C 38/50 (2006.01)

F01N 3/28 (2006.01)

C21D 6/00 (2006.01)

C21D 8/02 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01)

C22C 38/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2013 PCT/JP2013/000355**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013 WO13114833**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2013 E 13743347 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2811044**

54 Título: **Chapa de acero inoxidable ferrítico**

30 Prioridad:

30.01.2012 JP 2012016212

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

24.01.2018

73 Titular/es:

**JFE STEEL CORPORATION (100.0%)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0011, JP**

72 Inventor/es:

**MIZUTANI, AKITO;
FUJISAWA, MITSUYUKI;
OTA, HIROKI y
OGATA, HIROYUKI**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 651 071 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

Chapa de acero inoxidable ferrítico

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una alta resistencia al cambio de forma, una alta resistencia al desprendimiento de una capa de recubrimiento, y una buena capacidad de fabricación.

10 Técnica anterior

Recientemente, las regulaciones relativas a los gases de escape de los automóviles se han visto endurecidas y, en consecuencia, ha aumentado el número de casos en los que en un automóvil se instala una estructura metálica de nido de abeja realizada de una chapa de acero inoxidable que sirve de soporte para un catalizador para una instalación de purificación de gases de escape de automóviles. Una estructura metálica de nido de abeja es capaz de realizar una mayor relación de abertura y tiene una mayor resistencia a choques térmicos y una mayor resistencia a las vibraciones que un soporte de nido de abeja cerámico. Por lo tanto, ha aumentado la proporción de casos en que se emplea una estructura metálica de nido de abeja. En particular, cuando la instalación de purificación de gases de escape se instala en un automóvil grande, tal como un camión, la forma del soporte, por consiguiente, se vuelve grande y, por lo tanto, se emplea comúnmente una estructura metálica de nido de abeja debido a su flexibilidad de forma.

Una estructura metálica de nido de abeja presenta una configuración de nido de abeja formada, por ejemplo, apilando una chapa plana de acero inoxidable (chapa plana) y una chapa de acero inoxidable que se ha trabajado para darle una forma ondulada (chapa ondulada) de manera alternativa. A las superficies de las chapas de acero inoxidable apiladas se les aplica un material catalítico, y la estructura metálica de nido de abeja resultante se utiliza para una instalación de purificación de gases de escape de automóviles. La figura 1 muestra un ejemplo de una estructura metálica de nido de abeja; una estructura metálica de nido de abeja 4 se prepara apilando una chapa plana 1 y una chapa ondulada 2, enrollando el producto resultante en forma de rollo y fijando la periferia del producto enrollado en posición con un cilindro externo 3.

La adición de más de aproximadamente un 3% en peso de Al al acero inoxidable provoca que sobre la superficie del acero inoxidable se forme una capa de óxido de Al_2O_3 , que mejora notablemente la resistencia a la oxidación. Por lo tanto, se ha utilizado principalmente una chapa de acero inoxidable ferrítico de alto contenido en Al, tipificada por una chapa de acero inoxidable de 20% Cr en peso - Al 5% en peso o una chapa de acero inoxidable de 18% Cr en peso - Al 3% en peso, como lámina de acero inoxidable utilizada para formar estructuras metálicas de nido de abeja.

En un automóvil a gasolina, la temperatura en el interior de su instalación de purificación de gases de escape aumenta debido a la temperatura del gas de escape y una reacción catalítica, y puede alcanzar una elevada temperatura de 1000 °C o más. Por lo tanto, se emplea como soporte del catalizador una chapa de acero inoxidable ferrítico de alto contenido en Al que tiene una resistencia a la oxidación considerablemente elevada a altas temperaturas. Un soporte del catalizador requiere, además de la resistencia a la oxidación, una resistencia al cambio de forma incluso cuando se expone repetidamente a una temperatura elevada, una resistencia al desprendimiento de una capa de óxido que se produce durante el enfriamiento del soporte del catalizador y una elevada adhesión al revestimiento por lavado. La chapa de acero inoxidable ferrítico de alto contenido en Al es buena en términos de estas propiedades y, por lo tanto, se ha utilizado ampliamente.

Por otra parte, la temperatura del gas de escape de un automóvil con motor diésel no aumenta tanto como la temperatura del gas de escape de un automóvil a gasolina, y la temperatura a la que se llega generalmente es de aproximadamente 800 °C. La temperatura más alta que alcanzan los gases de escape de un vehículo aparte de los automóviles, tal como maquinaria agrícola o maquinaria de construcción, es todavía menor. Por lo tanto, cuando se aplica la chapa de acero inoxidable descrita anteriormente de chapa de acero inoxidable de 20% en peso de Cr - 5% en peso de Al o una chapa de acero inoxidable de 18% en peso de Cr - 3% en peso de Al a un vehículo que descarga gases de escape que tienen baja temperatura, en la mayoría de los casos, la alta resistencia a la oxidación se vuelve redundante. Además, aunque la lámina de acero inoxidable ferrítico de alto contenido en Al descrita anteriormente tiene alta resistencia a la oxidación, la capacidad de fabricación de la lámina es pobre y, por consiguiente, su coste de producción aumenta. Generalmente, la adición de Al al acero inoxidable ferrítico tiende a reducir significativamente la tenacidad del acero inoxidable ferrítico. Esto, a menudo, resulta en la ruptura de una chapa de acero durante el enfriamiento de una placa fundida, durante la expansión de una bobina laminada en caliente, o durante laminado en frío, lo que provoca problemas de equipo y una reducción del rendimiento.

Con el fin de solucionar los problemas descritos anteriormente, se ha propuesto una chapa de acero inoxidable cuya capacidad de fabricación se mejora reduciendo tanto como es posible el contenido en Al en la chapa de acero inoxidable. Por ejemplo, la Literatura de Patentes 1 describe una estructura metálica de nido de abeja realizada de

chapa de acero inoxidable producida limitando el contenido en Al para que se encuentre dentro del intervalo entre un nivel de impurezas y un 0,8% en peso y generando una capa de óxido de Cr a alta temperatura, pero no una capa de óxido de Al con el fin de mejorar la capacidad de unión por difusión para formar un soporte.

5 La Literatura de Patentes 2 describe una estructura metálica de nido de abeja realizada en chapa de acero inoxidable producida limitando el contenido en Al en la lámina de acero inoxidable para que se encuentre dentro del intervalo entre un nivel de impurezas y un 0,8% en peso y estableciendo el contenido en Mo entre un 0,3% en peso y un 3% en peso con el fin de mejorar la resistencia a la oxidación, la adherencia por difusión, y la resistencia a la corrosión por ácido sulfúrico.

10 La Literatura de Patentes 3 describe un acero inoxidable producido utilizando acero con un 18% en peso de Cr y un 3% en peso de Al como material base reduciendo el contenido en Al en el acero a menos de entre un 1,5% en peso y un 2,5% en peso y limitando el tamaño de grano de cristal para conseguir tanto una buena trabajabilidad como una alta resistencia a la oxidación.

15 [Lista de citas]

[Literatura de Patentes]

[PTL 1] Solicitud de patente japonesa no examinada nº de publicación 7-213918

[PTL 2] Solicitud de patente japonesa no examinada nº de publicación 7-275715

20 [PTL 3] Solicitud de patente japonesa no examinada nº de publicación 2004-307918

[PTL 4] JP 3276303B

[Descripción de la invención]

[Problema técnico]

25 Sin embargo, en las chapas de acero inoxidable descritas en las Literaturas de Patentes 1 y 2, una diferencia en la velocidad de expansión térmica entre una capa de óxido de Cr generada sobre la superficie de la chapa y el hierro base se vuelve mayor que una diferencia en la velocidad de expansión térmica entre una capa de óxido de Al y hierro base. Por lo tanto, puede producirse una deformación por fluencia a una temperatura elevada, lo que puede dar lugar a un cambio en la forma de la chapa y un desprendimiento de la capa de óxido de la superficie de la chapa. Si se produce la deformación o desprendimiento descrito anteriormente, el catalizador soportado en la superficie de la plancha se cae y, por consiguiente, no se satisfacen las características requeridas por un soporte de catalizador.

35 De acuerdo con el método descrito en la Literatura de Patente 3, en el caso en que el acero inoxidable se utiliza en forma de chapa, cuando consume el Al y comienza la generación de una capa de Cr durante la oxidación a alta temperatura, también se produce un cambio de la forma debido al estrés que resulta de una diferencia en la velocidad de expansión térmica contra la capa de recubrimiento porque el límite de elasticidad del metal base no es suficientemente elevado. Tal como se ha descrito anteriormente, la chapa de acero inoxidable que contiene una cantidad reducida de Al con el fin de mejorar la capacidad de fabricación tiene grandes problemas de cambio de forma y desprendimiento de la capa de óxido a altas temperaturas debido a una diferencia en la velocidad de expansión térmica entre una capa de óxido y hierro base.

40 Con el fin de abordar estos problemas, un objetivo de la presente invención es proporcionar una chapa de acero inoxidable ferrítico utilizada para formar un soporte para un catalizador para una instalación de purificación de gases de escape de automóviles para instalarse en un vehículo que descarga gases de escape que tienen una temperatura inferior a la temperatura del gas de escape de un automóvil a gasolina. La lámina de acero inoxidable tiene una mayor resistencia al cambio de forma, una mayor resistencia al desprendimiento de una capa de revestimiento y buena capacidad de fabricación.

50 [Solución al problema]

Los inventores de la presente invención han llevado a cabo extensivos estudios con el fin de abordar los problemas anteriormente descritos y, como resultado, han encontrado un método para mejorar, en caso de que la temperatura de los gases de escape del automóvil es menor que la temperatura de los gases de escape de un automóvil a gasolina, una resistencia al cambio de forma y una resistencia al desprendimiento de una capa de revestimiento que se producen por un material de chapa, a la vez que se mantiene una resistencia a la oxidación requerida incluso cuando el material de chapa está realizado en acero de bajo contenido en Al.

60 Se han llevado a cabo estudios adicionales en base a los hallazgos descritos anteriormente, y se ha realizado la presente invención. La descripción de la presente invención es tal como sigue.

[1] Chapa de acero inoxidable ferrítico que consiste, en % en peso, en:

C: 0,02% o menos, Si: entre 0,05% y 2,0%, Mn: entre 0,01 % y 1,0%, S: 0,005% o menos, P: 0,05% o menos, Cr: entre 11,0% y 20%, Ni: entre 0,05% y 0,30%, Al: entre 0,05% y 1,0%, Cu: entre 0,01% y 2,0%, N: 0,10% o menos, opcionalmente, además, en % en peso, uno o más elementos seleccionados de Nb: entre 0,01% y 1,0%, Mo: entre 0,01% y 3,0% y W: entre 0,01% y 3,0%, siendo el contenido del uno o más elementos entre 0,01% y 3,0% en total, ETR: entre 0,01% y 0,20%, Ti: entre 0,01% y 1,0%, Zr: entre 0,01% y 0,2%, Hf: entre 0,01% y 0,2%, Ca: entre 0,0010% y 0,0300%, y Mg: entre 0,0015% y 0,0300%, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables, presentando un grosor de 100 μm o menos.

Efectos ventajosos de la invención

[Efectos ventajosos de la invención]

De acuerdo con la presente invención, puede producirse una chapa de acero inoxidable utilizada para formar un soporte de catalizador para una instalación de purificación de gases de escape. La chapa de acero inoxidable tiene una alta resistencia al cambio de forma, una alta resistencia al desprendimiento de una capa de recubrimiento, y una buena capacidad de fabricación. La chapa de acero inoxidable producida en la presente invención puede utilizarse adecuadamente para formar un soporte de catalizador para una instalación de purificación de gases de escape para instalarse en "automóviles de motor diésel todoterreno", tales como maquinaria agrícola incluyendo un tractor y una cosechadora y equipo de construcción incluyendo un bulldozer y una excavadora y para formar un soporte de catalizador para instalaciones de purificación de gases de escape industriales. La chapa de acero inoxidable producida en la presente invención también puede utilizarse para formar un soporte de catalizador para automóviles de motor diésel, automóviles de motor gasolina o vehículos de dos ruedas, para formar un elemento de cilindro externo de estos soportes de catalizador, un elemento para el escape de gas de automóviles o vehículos de dos ruedas, o un elemento de un tubo de escape para un aparato de calefacción o un aparato de combustión. Sin embargo, las aplicaciones de la chapa de acero inoxidable producidas en la presente invención no se limitan a las aplicaciones descritas anteriormente.

[Breve descripción de los dibujos]

La figura 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura metálica de nido de abeja.
La figura 2 es un diagrama que ilustra la forma de una probeta para pruebas de tracción a alta temperatura.

[Descripción de realizaciones]

Los inventores de la presente invención han llevado a cabo estudios detallados sobre chapa de acero inoxidable ferrítico sobre la cual no se genera óxido de Al_2O_3 en términos de resistencia al cambio de forma y resistencia al desprendimiento de una capa de recubrimiento a altas temperaturas, y capacidad de fabricación. Como resultado, los inventores han obtenido las siguientes conclusiones. De este modo, se ha realizado la presente invención. El término "chapa de acero inoxidable" utilizado aquí se refiere a acero inoxidable que tiene un grosor de 100 μm o menos.

(A) Aumentar la resistencia a alta temperatura de la chapa ayuda a reducir el cambio de forma producido por la oxidación a alta temperatura. Esto se debe a que un aumento de la resistencia de la lámina disminuye la deformación debida a la tensión causada por una diferencia en la velocidad de expansión térmica entre una capa de óxido y hierro base.

(B) Se encontró que algunas de las causas de desprendimiento de una capa de óxido son grietas que se producen tras un cambio en la forma de la chapa debido a una alta temperatura y vacíos que se producen en la superficie de contacto entre una capa de revestimiento y hierro base. La aparición de tales grietas o vacíos da como resultado la formación de una nueva superficie que tiene una propiedad protectora deficiente, y esta parte se ve sometida a una severa oxidación, lo que da lugar a la aparición de desprendimiento. La formación de tales grietas y vacíos puede suprimirse aumentando la resistencia a alta temperatura y reduciendo de este modo el cambio de forma. Tal como se conoce comúnmente, la adición de un ETR también aumenta la resistencia al desprendimiento de una capa de revestimiento.

(C) El refuerzo por precipitación debido a la adición de Cu ayuda a mejorar la resistencia a alta temperatura. Con el fin de conseguir un refuerzo adicional, puede emplearse, en combinación, un refuerzo debido a la adición de elementos de refuerzo de soluto, tales como Nb, Mo o W. Es preferible utilizar Cu, que es un elemento relativamente barato. Sin embargo, el Cu reduce la resistencia a la oxidación a altas temperaturas. Por consiguiente, los inventores de la presente invención han encontrado que, si se añade Al junto con un elemento de refuerzo en una cantidad adecuada que no afecte a la capacidad de fabricación, puede mantenerse la resistencia a la oxidación requerida incluso si se añade un elemento de refuerzo. De este modo, se ha realizado la presente invención.

La presente invención se describe en detalle a continuación.

1. Composición

5 A continuación, se describe la composición de acuerdo con la presente invención. Obsérvese que, cuando se hace referencia a una composición, "%" siempre indica "% en peso".

C: 0,02% o menos

10 El contenido en C superior al 0,02% reduce la resistencia a alta temperatura y también deteriora la resistencia a la oxidación. Además, la tenacidad se degrada, lo que conduce a una degradación de la capacidad de fabricación. Por lo tanto, el contenido en C se establece en 0,02% o menos, preferiblemente se establece en 0,01% o menos. Es preferible reducir el contenido en C tanto como sea posible.

15 Si: entre 0,05% y 2,0%

El Si es un elemento que mejora la resistencia a la oxidación. Sin embargo, el contenido en Si superior al 2,0% deteriora la tenacidad y la trabajabilidad, lo que dificulta la fabricación de la chapa. Por lo tanto, el contenido en Si se establece en 2,0% o menos, preferiblemente se establece en 1,0% o menos y, más preferiblemente, se establece en 0,5% o menos. Con el fin de mejorar aún más la resistencia a la oxidación, el contenido en Si se establece en 0,05% o más y más preferiblemente se establece en 0,1% o más.

Mn: entre 0,01% y 1,0%

25 El contenido en Mn superior al 1,0% deteriora la resistencia a la oxidación a altas temperaturas. Por lo tanto, el contenido en Mn se establece en 1,0% o menos y preferiblemente se establece en 0,5% o menos. Sin embargo, como que el Mn tiene un efecto de estabilización de S contenido en acero, el contenido en Mn se establece en 0,01% o más y más preferiblemente se establece a 0,05% o más.

30 S: 0,005% o menos

El contenido en S superior a 0,005% deteriora la adhesión de una capa de revestimiento a un soporte de catalizador y la resistencia a la oxidación a altas temperaturas. Por lo tanto, el contenido en S se establece en 0,005% o menos, preferiblemente se establece en 0,003% o menos y, más preferiblemente, se establece en 0,001% o menos. Es más preferible reducir el contenido en S tanto como sea posible.

35 P: 0,05% o menos

El contenido en P superior al 0,05% deteriora la adhesión de una capa de óxido a un soporte de catalizador y resistencia a la oxidación a altas temperaturas. Por lo tanto, el contenido en P se establece en 0,05% o menos y preferiblemente se establece en 0,03% o menos. Es más preferible reducir el contenido en P tanto como sea posible.

45 Cr: entre 11,0% y 20,0%

El Cr es un elemento esencial para mantener la resistencia a la oxidación y la resistencia a altas temperaturas. Por lo tanto, el contenido en Cr se establece en 11,0% o más. Sin embargo, el contenido en Cr superior al 20,0% deteriora la trabajabilidad y, como resultado, no se obtiene una buena fabricación, que es un objetivo de la presente invención. Así, el contenido en Cr se establece entre 11,0% y 20,0% y preferiblemente se establece entre 13,0% y 20,0%. El contenido en Cr se establece más preferentemente entre 15,0% y 18,0% teniendo en cuenta el equilibrio entre el coste de producción y la resistencia a la oxidación.

Ni: entre 0,05% y 0,30%

55 El Ni tiene el efecto de aumentar la capacidad de soldadura para formar un soporte de catalizador. Por lo tanto, el contenido en Ni se establece en 0,05% o más. Sin embargo, si el contenido en Ni, que es un elemento de estabilización de austenita, supera el 0,30%, al comienzo de la oxidación de Cr, se genera austenita y esto aumenta el coeficiente de dilatación térmica de la chapa, lo que causa problemas tales como arrugas de la chapa o ruptura de la chapa (fractura celular). Por lo tanto, el contenido en Ni, se establece entre 0,05% y 0,30% y preferiblemente se establece entre 0,08% y 0,20%.

Al: entre 0,05% y 1,0%

ES 2 651 071 T3

El Al es un elemento que mejora la resistencia a la oxidación del acero inoxidable ferrítico a altas temperaturas. Por lo tanto, el contenido en Al se establece en 0,05% o más. Sin embargo, el contenido en Al superior al 1,0% deteriora la tenacidad de una plancha y la dureza de una chapa laminada en caliente, lo que da lugar a una degradación de la capacidad de fabricación. De este modo, el contenido en Al se establece entre 0,05% y 1,0%, y más preferiblemente se establece entre 0,1% a 1,0%. Más preferentemente, el contenido en Al se establece entre 0,2% y 0,8%, teniendo en cuenta el equilibrio entre la capacidad de fabricación y la resistencia a la oxidación.

Cu: entre 0,01% y 2,0%

La adición de Cu da lugar a la formación de precipitados finos, lo que aumenta la resistencia de la chapa. Esto produce un efecto de supresión de la deformación por fluencia que es causada por una diferencia en la expansión térmica entre una capa de óxido y hierro base. Por lo tanto, el contenido en Cu se establece en 0,01% o más. El Cu es también un elemento que es eficaz para mejorar la resistencia a la corrosión y mejorar la resistencia a la corrosión por la sal. Sin embargo, el contenido en Cu superior al 2,0% deteriora la resistencia a la oxidación, reduce la capacidad de fabricación de la lámina, lo que conduce a un aumento del coste. Por lo tanto, el contenido en Cu se establece entre 0,01% y 2,0%. El contenido en Cu se establece preferiblemente entre 0,05% y 1,5%, teniendo en cuenta la resistencia al cambio de forma y la reducción de costes. Cuando existe la necesidad de una resistencia a altas temperaturas, el contenido en Cu se establece más preferiblemente entre 0,2% y 1,5%.

N: 0,10% o menos

El contenido en N superior al 0,10% deteriora la tenacidad y la trabajabilidad, lo que dificulta la fabricación de la chapa. Por lo tanto, el contenido en N se establece en 0,10% o menos, preferiblemente se establece en 0,05% o menos y, más preferiblemente, se establece en 0,01% o menos.

La composición básica de acuerdo con la presente invención es tal como se ha descrito anteriormente. Además, la lámina de acero inoxidable ferrítico puede incluir, además, uno o más elementos seleccionados entre Nb, Mo y W como elementos opcionales teniendo en cuenta la resistencia a altas temperaturas y la capacidad de trabajo.

Uno o más elementos seleccionados de Nb: entre 0,01% y 1,0%, Mo: entre 0,01% y 3,0%, y W: entre 0,01% y 3,0%: entre 0,01% y 3,0% en total

El Nb aumenta la resistencia de la chapa a altas temperaturas y mejora la resistencia al cambio de forma y la resistencia al desprendimiento de una capa de revestimiento. Estos efectos se obtienen cuando el contenido en Nb es 0,01% o más. Sin embargo, el contenido en Nb superior al 1,0% deteriora la trabajabilidad, lo que dificulta la fabricación de la lámina. Por tanto, si la chapa incluye Nb, el contenido en Nb se establece preferiblemente entre 0,01% y 1,0% y más preferiblemente entre 0,1% y 0,7%. El contenido en Nb se establece adicionalmente preferiblemente entre 0,3% y 0,6% teniendo en cuenta el equilibrio entre la resistencia a altas temperaturas y la capacidad de fabricación.

Tanto el Mo como el W aumentan la resistencia a altas temperaturas y, por lo tanto, mejoran la vida útil de un soporte de catalizador. Por lo tanto, la chapa de acero inoxidable ferrítico puede contener Mo y W como elementos opcionales. Además, estos elementos hacen que se establezca una capa de óxido y que aumente la resistencia a la corrosión por la sal. Estos efectos pueden obtenerse cuando el contenido en Mo o el contenido en W es 0,01% o más respectivamente. Sin embargo, si el contenido en Mo o el contenido en W supera el 3,0% respectivamente, la trabajabilidad se degrada, lo que provoca dificultad en la fabricación de la chapa. Por lo tanto, cuando la lámina de acero inoxidable ferrítico contiene Mo o W, el contenido en Mo o el contenido en W se establece preferiblemente entre 0,01% y 3,0% respectivamente y más preferiblemente se establece entre 1,5% y 2,5%, respectivamente.

Cuando la chapa de acero inoxidable ferrítico contiene dos o más elementos seleccionados entre Nb, Mo y W, el contenido en los dos o más elementos se establece preferiblemente entre 0,01% y 3,0% en total. Esto se debe a que el efecto deseado no se obtiene si el contenido en los dos o más elementos es inferior a 0,01% en total y la trabajabilidad se degrada significativamente si el contenido en los dos o más elementos supera 3,0% en total. El contenido en los dos o más elementos se establece preferiblemente entre 1,5% y 2,5% en total.

La chapa de acero inoxidable ferrítico puede contener un ETR con el fin de mejorar las propiedades de una capa de óxido.

ETR: entre 0,01% y 0,20%

Los ETR son Sc, Y y elementos lantánidos (elementos que tienen números atómicos 57 a 71, tales como La, Ce, Pr, Nd y Sm). El contenido en ETR aquí se refiere al contenido total de estos elementos. Generalmente, un ETR mejora la adherencia de una capa de óxido y, por lo tanto, tiene un notable efecto de mejorar la resistencia al

desprendimiento de una capa de revestimiento. Estos efectos pueden obtenerse cuando el contenido en ETR es 0,01% o más. Sin embargo, si el contenido en ETR supera el 0,20%, estos elementos se concentran y precipitan en los límites del grano de cristal. Los precipitados resultantes se funden cuando se calientan a una temperatura elevada, lo que provoca defectos superficiales de una chapa laminada en caliente. Por lo tanto, si la chapa de acero inoxidable ferrítico contiene un ETR, el contenido en ETR se establece preferiblemente entre 0,01% y 0,20% y más preferiblemente entre 0,03% y 0,10%.

La lámina de acero inoxidable ferrítico puede contener uno o más elementos seleccionados entre Ti, Zr, Hf, Ca y Mg con el fin de aumentar la resistencia a la oxidación.

Ti: entre 0,01% y 1,0%

El Ti es un elemento que estabiliza C y N contenido en acero y, por lo tanto, mejora la trabajabilidad y la resistencia a la corrosión del acero. Este efecto puede obtenerse si el contenido en Ti es 0,01% o más. Sin embargo, dado que Ti es un elemento que se oxida fácilmente, si el contenido en Ti supera el 1,0%, se mezcla una gran cantidad de óxido de Ti en una capa de recubrimiento, lo que deteriora significativamente la capacidad de soldadura y la oxidación a altas temperaturas. Por lo tanto, si la lámina de acero inoxidable ferrítico contiene Ti, el contenido en Ti se establece preferiblemente entre 0,01% y 1,0% y más preferiblemente entre 0,05% y 0,20%.

Zr: entre 0,01% y 0,20%

El Zr se estabiliza con C y N contenidos en acero y, por lo tanto, mejora las características de fluencia del acero. Esto también mejora la tenacidad y la trabajabilidad, lo que facilita la fabricación de la lámina. El Zr se concentra en los límites de grano en una capa de óxido, lo que aumenta la resistencia a la oxidación a altas temperaturas, la resistencia a altas temperaturas y, en particular, la resistencia al cambio de forma. Estos efectos pueden obtenerse si el contenido en Zr es 0,01% o más. Sin embargo, si el contenido en Zr supera el 0,20%, el Zr se combina con Fe y similares para formar un compuesto intermetálico, lo que deteriora la resistencia a la oxidación. Por lo tanto, si la lámina de acero inoxidable ferrítico incluye Zr, el contenido en Zr se establece preferiblemente entre 0,01% y 0,20% y más preferiblemente entre 0,01% y 0,05%.

Hf: entre 0,01% y 0,20%

El Hf mejora la adherencia entre una capa de recubrimiento de Al_2O_3 y hierro base y suprime una reducción en la cantidad de soluto Al. Por lo tanto, el Hf tiene un efecto de aumentar la resistencia a la oxidación a altas temperaturas. Con el fin de obtener estos efectos, el contenido en Hf se establece preferiblemente en 0,01% o más. Sin embargo, el contenido en Hf que supera el 0,20% favorece la oxidación a alta temperatura, lo que resulta en la degradación de la resistencia a la oxidación. Por lo tanto, el contenido en Hf se establece preferiblemente entre 0,01% y 0,20% y más preferiblemente se establece entre 0,02% y 0,10%.

Ca: entre 0,0010% y 0,0300%

El Ca tiene una función de mejorar la adherencia de una capa de recubrimiento de Al_2O_3 . Con el fin de obtener este efecto, el contenido en Ca se establece preferiblemente en 0,0010% o más. Sin embargo, el contenido en Ca superior al 0,0300% deteriora la tenacidad y la resistencia a la oxidación a altas temperaturas. Por lo tanto, el contenido en Ca se establece preferiblemente entre 0,0010% y 0,0300% y más preferiblemente entre 0,0020% y 0,0100%.

Mg: entre 0,0015% y 0,0300%

El Mg tiene un efecto de mejorar la adhesión entre una capa de recubrimiento de Al_2O_3 y hierro base similar a Ca. Con el fin de obtener este efecto, el contenido en Mg se establece preferiblemente en 0,0015% o más. Sin embargo, el contenido en Mg que supera el 0,0300% deteriora la tenacidad y la resistencia a la oxidación a altas temperaturas. Por lo tanto, el contenido en Mg se establece preferiblemente entre 0,0015% y 0,0300% y más preferiblemente entre 0,0020% y 0,0100%.

2. Condiciones de fabricación

La chapa de acero inoxidable ferrítico descrita anteriormente puede fabricarse en un equipo de fabricación de acero inoxidable ordinario. El acero que tiene la composición descrita anteriormente se refina en un convertidor, un horno eléctrico, o similar, y el acero fundido se somete a un refinado secundario mediante VOD (descarburación con oxígeno al vacío) o AOD (descarburación con oxígeno y argón). Posteriormente, el acero refinado se somete a un proceso de fundición-rebajado de lingotes o un proceso de colada continua para producir una placa de acero. La placa fundida se coloca en un horno de calentamiento, se calienta a 1150 °C hasta 1250 °C, y posteriormente se

somete a un proceso de laminado en caliente. La banda de acero laminada en caliente resultante se somete a granallado, decapado, pulido mecánico, y similares para eliminar la incrustación superficial. A continuación, se realiza laminado en frío y recocido repetidamente una pluralidad de veces para formar una chapa de acero inoxidable que tiene un grosor de 100 μm o menos. El grosor de la lámina se establece aproximadamente entre 50 y 100 μm en caso de que se requiere una resistencia a las vibraciones particularmente elevada y una alta durabilidad para la instalación de purificación de gases de escape. El grosor de la lámina es preferiblemente de aproximadamente entre 25 y 50 μm en caso de que se requiera una densidad de celdas particularmente elevada y una baja contrapresión para la instalación de purificación de gases de escape.

10 [Ejemplo 1]

La presente invención se describe haciendo referencia a los ejemplos que se dan a continuación. Los aceros que tenían composiciones químicas mostradas en la Tabla 1, que se habían refinado por fusión en vacío, se calentaron a 1200 °C y posteriormente se laminaron en caliente en el intervalo de temperatura entre 900 °C y 1200 °C para formar chapas de acero laminadas en caliente que tenían un grosor de 3 mm. Se cortó una probeta en forma de tira con una anchura de 25 mm y una longitud de 300 mm de cada una de las láminas de acero laminadas en caliente y se sometió a un ensayo de doblado inverso con el fin de evaluar el comportamiento de roscado de la chapa laminada en caliente en la línea de fabricación. En este ensayo, el trabajo de doblado se repitió una pluralidad de veces con un radio de curvatura de 25 mm, simulando el enrollado de una chapa laminada en caliente o el curvado que se produce mientras una chapa laminada en caliente pasa a través de una línea de decapado-recocido. A continuación, se consideró que una chapa laminada en caliente capaz de soportar trabajos de doblado repetidos diez veces o más sin ruptura tenía un rendimiento de roscado suficientemente alto. La evaluación se llevó a cabo mediante el método que se ha descrito anteriormente. Del acero nº 1 al acero nº 16 eran capaces de soportar un trabajo repetido diez veces o más sin romperse y, por lo tanto, presentaban una buena trabajabilidad. Sin embargo, el acero nº 17, en el que el contenido en Al superaba el intervalo de la presente invención, se rompió al doblarse por tercera vez, y se consideró que la trabajabilidad de la chapa laminada en caliente era insuficientemente baja. Por lo tanto, el acero nº 17 fue excluido de la siguiente evaluación. Las chapas de acero laminadas en caliente preparadas a partir del acero nº 1 al acero nº 16 se recoció al aire ambiente a 1000 °C durante 1 minuto, se decaparon y posteriormente se laminaron en frío para formar chapas de acero laminadas en frío que tenían un grosor de 1,0 mm. Las láminas de acero laminadas en frío resultantes se recoció al aire ambiente entre 950 °C y 1050 °C durante 1 minuto y posteriormente se decaparon. A continuación, se realizó repetidamente una pluralidad de veces un laminado en frío utilizando un laminador con cilindros de soporte y un recocido para preparar chapas que tenían una anchura de 100 mm y un grosor de 40 μm .

Tabla 1		Composición (% en peso)																	Obse- vaciones			
Ace- ro nº	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	Cu	N	Nb	Ti	Zr	REM		W	Mo	Hf		Ca	Mg	
														Y	Sm							
1	0,005	0,09	0,15	0,026	0,0008	17,1	0,20	0,36	1,31	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0015	0,0025	Ejemplo de la invención	
2	0,010	0,11	0,30	0,022	0,0009	12,3	0,17	0,32	1,38	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0025	0,0015	Ejemplo de la invención	
3	0,006	0,10	0,28	0,023	0,0008	12,5	0,12	0,35	1,10	0,007	0,46	-	-	-	-	-	-	-	0,0022	0,0013	Ejemplo de la invención	
4	0,006	0,08	0,22	0,021	0,0016	24,1	0,24	0,06	1,04	0,007	0,47	0,19	-	-	-	-	-	-	0,0023	0,0025	Ejemplo de la invención	
5	0,008	0,07	0,28	0,023	0,0008	16,5	0,21	0,19	0,35	0,007	0,11	-	0,036	-	-	-	-	-	0,0022	0,0023	Ejemplo de la invención	
6	0,010	0,06	0,39	0,022	0,0007	16,7	0,18	0,64	0,21	0,008	0,57	-	-	-	-	-	2,1	-	0,0030	0,0030	Ejemplo de la invención	
7	0,007	0,06	0,18	0,025	0,0011	15,3	0,14	0,12	0,85	0,006	0,09	-	0,069	-	-	-	2,0	-	0,0027	0,0017	Ejemplo de la invención	
8	0,007	0,10	0,15	0,027	0,0012	17,2	0,20	0,46	1,24	0,005	0,41	-	0,075	-	-	2,1	-	0,034	0,0016	0,0028	Ejemplo de la invención	
9	0,009	0,10	0,11	0,020	0,0012	17,4	0,15	0,50	0,07	0,006	0,46	-	-	0,050	0,030	1,0	1,0	0,034	0,0028	0,0023	Ejemplo de la invención	
10	0,010	0,06	0,39	0,022	0,0010	16,7	0,18	0,36	-	0,008	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0030	0,0030	Ejemplo Comparativo	
11	0,007	0,06	0,18	0,025	0,0011	9,8	0,14	0,36	0,85	0,006	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0027	0,0017	Ejemplo Comparativo	
12	0,007	0,10	0,15	0,027	0,0013	16,8	0,20	-	1,24	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0016	0,0028	Ejemplo Comparativo	
13	0,008	0,15	0,15	0,021	0,0008	17,1	0,18	0,35	0,02	0,006	-	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ejemplo de la invención
14	0,008	1,5	0,16	0,022	0,0008	11,2	0,19	0,35	0,87	0,006	-	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ejemplo de la invención
15	0,009	0,12	0,16	0,023	0,0009	17,3	0,19	0,02	1,33	0,006	-	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ejemplo de la invención
16	0,007	0,11	0,17	0,025	0,0009	17,2	0,18	0,35	2,98	0,006	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ejemplo Comparativo
17	0,009	0,09	0,15	0,026	0,0009	17,1	0,16	2,30	1,13	0,006	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ejemplo Comparativo

Nota: los valores subrayados se encuentran fuera del intervalo de la presente invención

[Tabla 1]

Las láminas de acero laminadas en frío y las chapas preparadas tal como se ha descrito anteriormente se evaluaron mediante el siguiente método en términos de resistencia (tensión de rotura) a altas temperaturas, resistencia al cambio de forma, resistencia al desprendimiento de una capa de revestimiento y resistencia a la oxidación a altas temperaturas.

(1) Resistencia a altas temperaturas

Las láminas de acero laminadas en frío con un grosor de 1 mm se sometieron a un tratamiento térmico a 1200 °C durante 30 minutos en un vacío de 4×10^{-5} Torr ($5,3 \times 10^{-3}$ Pa) o menos, simulando un tratamiento térmico realizado en una unión por difusión o soldadura fuerte de partes de contacto entre una lámina corrugada y una lámina plana. A continuación, se cortó una probeta mostrada en la figura 2 de cada una de las láminas de acero laminadas en frío tratadas térmicamente y se sometió a un ensayo de tracción a alta temperatura a 800°C para medir el límite de elasticidad de 0,2% de la probeta. La velocidad del ensayo de tracción se estableció inicialmente en 0,2 mm/min y después se cambió a 5 mm/min al superarse el límite de elasticidad. Los resultados de la medición del límite de elasticidad de 0,2% se evaluaron como "X: Pobre" cuando el límite de elasticidad del 0,2% era inferior a 15 MPa, se evaluaron como "○ : Bueno" cuando el límite de elasticidad del 0,2% era 15 MPa o más y menor que 35 MPa, y se evaluaron como "⊙ : Excelente" cuando el límite de elasticidad del 0,2% era de 35 MPa o más. Se consideró que las evaluaciones de "○ : Bueno" y "⊙ : Excelente" satisfacen el propósito de la presente invención.

(2) Resistencia al cambio de forma a altas temperaturas

Las chapas que tienen un grosor de 40 μm se sometieron a un tratamiento térmico a 1200 °C durante 30 minutos, lo que equivale a un tratamiento térmico realizado en unión por difusión o soldadura fuerte, en un vacío de 4×10^{-5} Torr ($5,3 \times 10^{-3}$ Pa) o menos. Se cortó una probeta con una anchura de 100 mm y una longitud de 50 mm de cada una de las chapas tratadas térmicamente y la probeta se enrolló en una forma cilíndrica que tenía un diámetro de 5 mm en la dirección longitudinal de la probeta. Los bordes de la probeta resultante se fijaron en posición mediante soldadura por puntos. Se prepararon tres probetas descritas anteriormente a partir de cada una de las chapas. Las probetas se calentaron a 1150 °C durante 400 horas en un horno de atmósfera de aire, y el promedio de cambios en las dimensiones de las tres probetas (la relación entre un incremento de la longitud del cilindro que se produjo durante el calentamiento y la longitud del cilindro antes de calentar). Los resultados de la medición del cambio dimensional promedio se evaluaron como "X : Pobre" cuando el cambio dimensional promedio superó el 5%, se evaluaron como "○ : Bueno" cuando el cambio dimensional promedio era más del 3% y 5% o menos y se evaluaron como "⊙ : Excelente" cuando el cambio dimensional medio era 3% o menos. Se consideró que las evaluaciones de "○ Buena" y "⊙: Excelente" satisfacen el propósito de la presente invención.

(3) Resistencia a desprendimiento de la capa de revestimiento a altas temperaturas

Las chapas que tienen un grosor de 40 μm se sometieron a un tratamiento térmico a 1200 °C durante 30 minutos, que equivale a un tratamiento térmico realizado en una unión por difusión o soldadura fuerte, en un vacío de 4×10^{-5} Torr ($5,3 \times 10^{-3}$ Pa) o menos. Se tomaron tres probetas con una anchura de 20 mm y una longitud de 30 mm de cada una de las láminas chapas térmicamente. Se repitió 300 veces un ciclo (de mantener a 800 °C durante 20 min y posterior enfriamiento a 200 °C o menos) en un horno de atmósfera de aire. Las probetas que se habían sido sometido a la prueba se inspeccionaron visualmente, y se determinó la proporción entre el área de la parte de desprendimiento de escoria y la zona de la parte inspeccionada (zona de desprendimiento/área inspeccionada x 100). La evaluación de "X: Pobre" se dio cuando el resultado de la medición era de más de 3%. La evaluación de "○: Bueno" se dio cuando el resultado de la medición era de más 1% y 3% o menos. La evaluación de "⊙: Excelente" se dio cuando el resultado de la medición era de 1% o menos y apenas se observó desprendimiento. Se consideró que las evaluaciones de "○: Bueno" y "⊙: Excelente" satisfacen el propósito de la presente invención.

(4) Resistencia a la oxidación a altas temperaturas

Las chapas que tienen un grosor de 40 μm se sometieron a un tratamiento térmico a 1200 °C durante 30 minutos, lo que equivale a un tratamiento térmico realizado en una unión por difusión o soldadura fuerte, en un vacío de 4×10^{-5} Torr ($5,3 \times 10^{-3}$ Pa) o menos. Se tomaron tres probetas con una anchura de 20 mm y una longitud de 30 mm de cada una de las láminas tratadas térmicamente. Las probetas se calentaron a 800 °C durante 400 horas en un horno de atmósfera de aire, y el promedio de incrementos en los pesos de las tres probetas debido a la oxidación (un cociente obtenido dividiendo una variación de peso que se produjo durante el calentamiento por el área superficial inicial). La escoria desprendida de una probeta después de calentarla se recogió, y se añadió el peso de la escoria al aumento de peso de la probeta debido a la oxidación. Los resultados de la medición del incremento de peso promedio debido a la oxidación se evaluaron como "Pobre" cuando el incremento de peso medio era superior a 10 g/m^2 , se evaluaron como "○ : Bueno" cuando el incremento de peso promedio era superior a entre 5 g/m^2 y 10 g/m^2 o menos, y se

evaluaron como "⊙ : Excelente" cuando el incremento de peso medio era de 5 g/m² o menos. Se consideró que las evaluaciones de "○ : Bueno" y "⊙ : Excelente" satisfacen el propósito de la presente invención.

La Tabla 2 muestra los resultados.

5

[Tabla 2]

Acero n°	Resistencia a altas temperaturas		Resistencia al cambio de forma a altas temperaturas		Resistencia al desprendimiento de una capa de revestimiento a altas temperaturas		Resistencia a la oxidación a altas temperaturas		Observaciones
	Límite de elasticidad de 0,2% (MPa)	Evaluación	Cambio de forma (%)	Evaluación	Relación de desprendimiento (%)	Evaluación	Incremento de peso debido a oxidación (g/m ²)	Evaluación	
1	36	⊙ : Excelente	0,9	⊙ : Excelente	< 0,1	⊙ : Excelente	3,5	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
2	28	○ : Bueno	3,2	○ : Bueno	< 0,1	⊙ : Excelente	4,1	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
3	35	⊙ : Excelente	0,8	⊙ : Excelente	< 0,1	⊙ : Excelente	3,2	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
4	47	⊙ : Excelente	0,3	⊙ : Excelente	< 0,1	⊙ : Excelente	4,8	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
5	34	○ : Bueno	4,6	○ : Bueno	< 0,1	⊙ : Excelente	5,2	○ : Bueno	Ejemplo de invención
6	51	⊙ : Excelente	0,3	⊙ : Excelente	< 0,1	⊙ : Excelente	1,2	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
7	29	○ : Bueno	3,4	○ : Bueno	< 0,1	⊙ : Excelente	3,5	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
8	53	⊙ : Excelente	0,7	⊙ : Excelente	< 0,1	⊙ : Excelente	1,2	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
9	57	⊙ : Excelente	0,6	⊙ : Excelente	< 0,1	⊙ : Excelente	1,4	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
10	13	x : Pobre	7,8	X : Pobre	1,5	○ : Bueno	7,2	○ : Bueno	Ejemplo Comparativo
11	13	x : Pobre	12,3	x : Pobre	7,1	x : Pobre	34	x : Pobre	Ejemplo Comparativo
12	28	○ : Bueno	3,6	○ : Bueno	6,4	x : Pobre	13	x : Pobre	Ejemplo Comparativo
13	20	○ : Bueno	4,7	○ : Bueno	< 0,1	⊙ : Excelente	4,7	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
14	34	○ : Bueno	3,5	○ : Bueno	< 0,1	⊙ : Excelente	2,8	⊙ : Excelente	Ejemplo de invención
15	37	⊙ : Excelente	0,8	⊙ : Excelente	< 0,1	⊙ : Excelente	8,3	○ : Bueno	Ejemplo de invención
16	38	⊙ : Excelente	0,7	⊙ : Excelente	1,8	○ : Bueno	19	x : Pobre	Ejemplo Comparativo
17	No evaluado								

5 Del acero nº 1 al acero nº 9 y del acero nº 13 al acero nº 15, que eran Ejemplos de la invención, presentaban una elevada resistencia, y una alta resistencia al cambio de forma a altas temperaturas y también tenían alta resistencia al desprendimiento de una capa de recubrimiento y una alta resistencia a la oxidación a altas temperaturas. Además, dado que también presentan una elevada tenacidad, estos aceros eran capaces de producirse con eficiencia en equipos de producción de acero inoxidable ordinarios. Por otra parte, del acero nº 10 al acero nº 12 y del acero nº 16, que eran Ejemplos comparativos, eran pobres en términos de por lo menos una característica entre resistencia, resistencia al cambio de forma, resistencia al desprendimiento de una capa de recubrimiento, y resistencia a la oxidación a altas temperaturas y, por lo tanto, no se utilizan adecuadamente como soporte de catalizador.

10 [Aplicabilidad industrial]

15 De acuerdo con la presente invención, una chapa de acero inoxidable que se utiliza adecuadamente para formar un soporte de catalizador para una instalación de purificación de gases de escape, utilizándose el soporte de catalizador a una temperatura relativamente baja de manera que la temperatura más alta alcanzada por los gases de escape es de aproximadamente 800 °C o menos, puede producirse con eficacia en un equipo para la producción del acero inoxidable ordinario, que es muy efectivo industrialmente.

[Lista de Signos de Referencia]

- 20 1 chapa plana
2 chapa corrugada
3 cilindro externo
4 estructura metálica de nido de abeja

REIVINDICACIONES

1. Chapa de acero inoxidable ferrítico que tiene una alta resistencia a un cambio de forma, una alta resistencia al desprendimiento de una capa de recubrimiento, y una buena capacidad de fabricación, que consiste en, en % en peso, C: 0,02% o menos, Si: entre 0,05 y 2,0%, Mn: entre 0,01 % y 1,0%, S: 0,005% o menos, P: 0,05% o menos, Cr: entre 11,0% y 20%, Ni: entre 0,05% y 0,30%, Al: entre 0,05% y 1,0%, Cu: entre 0,01% y 2,0%, N: 0,10% o menos, opcionalmente, además, en % en peso, uno o más elementos seleccionados de Nb: entre 0,01% y 1,0%, Mo: entre 0,01% y 3,0% y W: entre 0,01% y 3,0%, siendo el contenido del uno o más elementos entre 0,01% y 3,0% en total, ETR: entre 0,01% y 0,20%, Ti: entre 0,01% y 1,0%, Zr: entre 0,01% y 0,20%, Hf: entre 0,01% y 0,20%, Ca: entre 0,0010% y 0,0300%, y Mg: entre 0,0015% y 0,0300%, y siendo el resto Fe e impurezas inevitables, presentando un grosor de 100 µm o menos.

FIG. 1

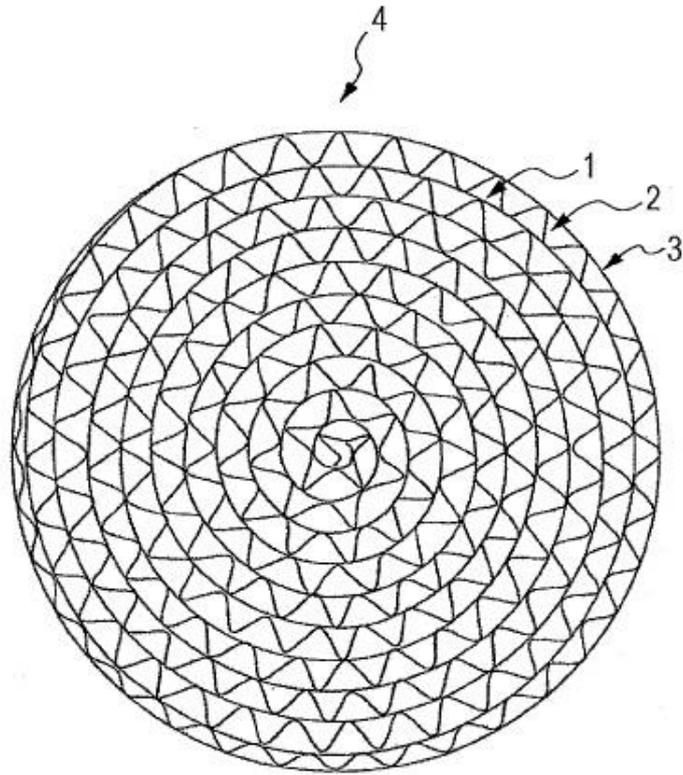


FIG. 2

