

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 000**

51 Int. Cl.:

C23C 2/12 (2006.01)
B60K 15/03 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C23C 22/08 (2006.01)
C23C 22/34 (2006.01)
C23C 22/56 (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01)
C22C 38/14 (2006.01)
C22C 21/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.10.2014 PCT/JP2014/077366**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2016 WO16059678**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2014 E 14903890 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 3208362**

54 Título: **Chapa de acero recubierta y depósito de combustible**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.03.2020

73 Titular/es:
NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo, JP

72 Inventor/es:
MAKI, JUN;
YAMAGUCHI, SHINICHI y
NISHIMURA, KUNIO

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 747 000 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 recubierta y depósito de combustible

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una chapa de acero recubierta, adecuada para el depósito de combustible de un camión, de un autobús y otros, y a un depósito de combustible fabricado con la chapa de acero recubierta.

Técnica anterior

10 El depósito de combustible de un automóvil suele determinarse en una etapa final de diseño, de acuerdo con el diseño de la carrocería del vehículo, y su forma es a menudo compleja. Por lo tanto, en general, la conformabilidad de embutición profunda, la resistencia al impacto después de la formación, la resistencia al combustible, la resistencia a la corrosión, la resistencia a la corrosión por daños causados por la sal, la soldabilidad de la costura, la soldabilidad por puntos y similares, son requisitos que debe cumplir un material destinado al depósito de combustible de un automóvil.

15 Por otro lado, la forma del depósito de combustible de un camión y un autobús es relativamente simple. En consecuencia, la formabilidad para una forma compleja no es un requisito que deba cumplir el material destinado al depósito de combustible de un camión y un autobús, en la misma medida que sí lo es en el material destinado al depósito de combustible de un automóvil común. Además, muchos camiones y autobuses utilizan aceite ligero como combustible, y el aceite ligero no se deteriora tan fácilmente por oxidación, en comparación con la gasolina. En consecuencia, tampoco se exigen tanto la resistencia a la combustión y la resistencia a la corrosión como es el caso para un depósito de combustible de gasolina. Mientras tanto, es necesario mejorar la eficiencia de fabricación de los depósitos de combustible, es decir, la capacidad de fabricar el depósito de combustible con un costo de materiales más bajo que lo que demanda la fabricación de los depósitos de combustible de un camión y un autobús. En particular, hace falta mejorar la soldabilidad de la costura y la soldabilidad por puntos. En la publicación de patente 1 y en la publicación de patente 2 se describen materiales para los depósitos de combustible de los vehículos. Sin embargo, con estos materiales no pueden obtenerse la soldabilidad de la costura y soldabilidad por puntos suficientes.

25 En la tecnología de inyección de combustible, denominada sistema *common rail*, dado que se expulsa combustible muy fino, a veces se produce la obstrucción de los orificios de inyección, debido al efecto del jabón metálico. Por ejemplo, en la publicación de patentes 3, se describe que la sal de zinc de ácido graso puede causar obstrucciones. Por lo tanto, una chapa de acero recubierta, que contenga zinc, no es adecuada para la tecnología del sistema de inyección de combustible de conducto común, en lo sucesivo sistema *common rail*.

30 Las láminas de acero recubiertas en A1 se describen en las publicaciones de patente 4 a 7, aunque con ellas no es posible obtener la soldabilidad de las costuras y la soldabilidad por puntos suficientes, ni siquiera con las chapas de acero recubiertas en A1 mencionadas en estas publicaciones de patentes.

Lista de citas

35 Publicaciones de patentes

Publicación de patente 1: publicación de patente japonesa abierta a inspección pública N.º 10-72641.

Publicación de patente 2: publicación internacional, folleto N.º 2007/004671.

Publicación de patente 3: patente japonesa abierta a inspección pública, publicación N.º 2006-306018.

Publicación de patente 4: patente japonesa abierta a inspección pública, publicación N.º 62-161944.

40 Publicación de patente 5: patente japonesa abierta a inspección pública, publicación N.º 10-265928.

Publicación de patente 6: patente japonesa abierta a inspección pública, publicación N.º 2008-223084.

Literatura sobre patentes 7: patente japonesa abierta a inspección pública, publicación N.º 10-176287.

Compendio de la invención

Problema técnico

45 Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar una chapa de acero recubierta, que permita mejorar la soldabilidad, al tiempo que asegure la resistencia a la corrosión por el combustible cuando se usa para un depósito de combustible, y un depósito de combustible fabricado con ella.

Solución al problema

Los presentes inventores han realizado un examen exhaustivo para estudiar la causa por la cual no se puede lograr una soldabilidad de la costura y una soldabilidad por puntos suficiente en una chapa de acero recubierta convencional.

5 Como uno de los problemas causados por la soldadura de la costura de una chapa de acero recubierta en Al, se puede citar el defecto por el orificio de soplado. Se considera que la causa por la que se produce el defecto del orificio de soplado es la siguiente. En la soldadura de la costura en la que se usan ruedas superiores e inferiores del electrodo, el Cu que está contenido en la rueda del electrodo y el Al que está contenido en la capa de recubrimiento reaccionan entre sí, lo cual genera un producto de reacción en la interfaz entre la rueda del electrodo y la capa de recubrimiento, debido al calor. Como resultado, entre la rueda del electrodo y la chapa de acero recubierta con el producto de reacción interpuesto entre ellas actúa una fuerza de adhesión, y la chapa de acero recubierta es arrastrada por la rueda del electrodo cuando dicha rueda del electrodo se separa de la chapa de acero recubierta, lo cual produce el defecto del orificio de soplado. Como otro de los problemas causados por la soldadura de la costura de la chapa de acero recubierta en Al, se puede citar la disminución en la calidad de la soldadura causada por la adhesión del producto de reacción a la rueda del electrodo y la caída de este producto de reacción desde la rueda del electrodo.

20 Ambos problemas son consecuencia de la reacción del Cu que está contenido en la rueda del electrodo y del Al que está contenido en la capa de recubrimiento. Los inventores de la presente solicitud han centrado la atención en la reacción y descubrieron que resulta muy eficaz disminuir el peso del recubrimiento sobre la superficie de la chapa de acero recubierta que entra en contacto con la rueda del electrodo, es decir, la superficie que se convertirá en la superficie externa de un depósito de combustible. Por otro lado, la otra superficie de la chapa de acero recubierta se convertirá en la superficie interna del depósito de combustible y entrará en contacto con el combustible. Por lo tanto, es importante que el peso de recubrimiento en la otra superficie de la chapa de acero recubierta permita asegurar la resistencia a la corrosión del combustible. Entonces, los inventores de la presente solicitud decidieron que, reduciendo el peso del recubrimiento sobre la superficie que será la superficie externa del depósito de combustible en relación con el peso del recubrimiento sobre la superficie que será la superficie interna del mismo, puede lograrse una característica de equilibrio de mayor soldabilidad y resistencia a la corrosión de la superficie interna que la convencional.

30 Los inventores de la presente solicitud también descubrieron que la soldabilidad de la costura mejora con el fósforo (P) en una chapa de acero. Ha quedado claro que cuando el peso del recubrimiento es particularmente bajo, la mejora en la soldabilidad de la costura por el P es notable. Se supone que el P en la chapa de acero se difunde en una capa de aleación, en la capa de revestimiento que contiene Al, y que se forma AlP en una superficie de la capa de revestimiento, suprimiendo así la reacción con el Cu que está contenido en la rueda del electrodo.

35 Los inventores de la presente solicitud también descubrieron que el grosor de la chapa de acero afecta en gran medida la soldabilidad de la costura y la soldabilidad por puntos. En particular, cuando la chapa de acero es delgada, el efecto del peso del revestimiento aparece fácilmente y en gran medida. Por consiguiente, cuando la chapa de acero es delgada, resulta adecuado proporcionar una diferencia del peso del recubrimiento entre ambas superficies de la chapa de acero recubierta. Por otro lado, cuando la chapa de acero recubierta es gruesa, no hay grandes problemas, a pesar de que la diferencia del peso del recubrimiento entre ellas es pequeña.

40 Entonces, los inventores de la presente solicitud han concebido los modos de la invención descritos a continuación, sobre la base de estos hallazgos.

1) Una chapa de acero recubierta que comprende lo siguiente:

una chapa de acero;

una primera capa de recubrimiento, sobre una primera superficie de la chapa de acero y

45 una segunda capa de recubrimiento, sobre una segunda superficie de la chapa de acero,

en donde la chapa de acero comprende una composición química representada por lo siguiente, expresado como % en masa,

C: 0,0005 % a 0,0800

Si: 0,003 % a 0,500 %

50 Mn: 0,05 % a 0,80 %,

P: 0,005 % a 0,050 %,

S: 0,100 % o menos,

Al: 0,080 % o menos,

N: 0,0050 % o menos,

Ti: 0,000 % a 0,100 %,

Nb: 0,000 % a 0,050 %,

5 B: 0,000 % a 0,0100 % y

el resto: Fe e impurezas,

en donde la primera capa de recubrimiento comprende lo siguiente:

una primera capa de aleación de Al-Fe-Si, sobre la primera superficie y

una primera capa de aleación de Al-Si sobre la primera capa de aleación de Al-Fe-Si,

10 en donde la segunda capa de recubrimiento comprende una segunda capa de aleación de Al-Fe-Si en la segunda superficie,

en donde el peso del recubrimiento de la primera capa de recubrimiento es de 31 g/m² a 60 g/m² y

en donde un peso de recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento es de 5 g/m² a 29 g/m², en donde la primera capa de recubrimiento está dentro del cuerpo del depósito, y la segunda capa de recubrimiento está fuera del cuerpo del depósito.

15

(2) La chapa de acero recubierta de acuerdo con (1), en la que la segunda capa de recubrimiento comprende una segunda capa de aleación de Al-Si sobre la segunda capa de aleación de Al-Fe-Si.

(3) La chapa de acero recubierta de acuerdo con (1) o (2), en donde en la composición química,

Ti: 0,001 a 0,100 %,

20 Nb: 0,001 a 0,050 % o

B: 0,0003 % a 0,0100 % o

cualquier combinación de los mismos queda satisfecha.

(4) La chapa de acero recubierta de acuerdo con uno cualquiera de (1) a (3), en la que se mantiene una relación de " $(X - Y) - (26,7 - 13,3 T) > 0$ " en la que X (g/m²) indica el peso del recubrimiento de la primera capa de recubrimiento, Y (g/m²) indica el peso del recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento, y T (mm) indica el grosor de la chapa de acero.

25

(5) La chapa de acero recubierta de acuerdo con uno cualquiera de (1) a (4), que comprende, además, un recubrimiento de conversión

30 que contiene Cr, Zr, Ti, Si o V, o un compuesto de cualquier combinación de los mismos en la segunda capa de recubrimiento,

en el que el peso del recubrimiento de conversión es de 50 mg/m² a 1000 mg/m².

(6) Un depósito de combustible que comprende lo siguiente:

un cuerpo de depósito hecho de la chapa de acero recubierta de acuerdo con uno cualquiera de (1) a (5),

35 en donde la primera capa de recubrimiento está dentro del cuerpo del depósito y la segunda capa de recubrimiento está fuera del cuerpo del depósito.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, dado que se incluyen las capas de recubrimiento apropiadas, es posible mejorar la soldabilidad al tiempo que se asegura la resistencia a la corrosión al combustible cuando se usa una chapa de acero recubierta para un depósito de combustible.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Fig. 1. La figura 1 es una vista en sección transversal que ilustra una chapa de acero recubierta de acuerdo con una primera realización.

Fig. 2. La figura 2 es una vista en corte transversal que ilustra una chapa de acero recubierta de acuerdo con una segunda realización.

Fig. 3. La figura 3 es una vista en corte transversal que ilustra una chapa de acero recubierta de acuerdo con una tercera realización.

5 Fig. 4. La figura 4 es una vista en corte transversal que ilustra una chapa de acero recubierta de acuerdo con una cuarta realización.

Fig. 5. La figura 5 es una vista en corte transversal que ilustra una chapa de acero recubierta de acuerdo con un ejemplo modificado de la tercera realización.

10 Fig. 6. La figura 6 es una vista en corte transversal que ilustra una chapa de acero recubierta de acuerdo con un ejemplo modificado de la cuarta realización.

Fig. 7. La figura 7 es una vista que ilustra una micrografía óptica de una sección transversal de una chapa de acero recubierta.

Descripción de realizaciones

A continuación, se describirán realizaciones de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

15 Primera realización

Para comenzar, se describirá una primera realización.

La figura 1 es una vista en corte transversal que ilustra una chapa de acero recubierta de acuerdo con la primera realización.

20 Una chapa de acero recubierta 1 de acuerdo con la primera realización incluye: una chapa de acero 30; una primera capa de recubrimiento 10 sobre una primera superficie 31 de la chapa de acero 30; y una segunda capa de recubrimiento 20 sobre una segunda superficie 32 de la chapa de acero 30, como se ilustra en la figura 1. La primera capa de recubrimiento 10 incluye: una primera capa de aleación de Al-Fe-Si 11, sobre la primera superficie 31; y una primera capa de aleación de Al-Si 12, sobre la primera capa de aleación de Al-Fe-Si 11. La segunda capa de recubrimiento 20 incluye: una segunda capa de aleación de Al-Fe-Si 21, sobre la segunda superficie 32, y una
25 segunda capa de aleación de Al-Si 22, sobre la segunda capa de aleación de Al-Fe-Si 21. El peso de recubrimiento de la primera capa de recubrimiento 10 varía de 31 g/m² a 60 g/m², y el peso de recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento 20 varía de 5 g/m² a 29 g/m².

30 Aquí, se describirán la composición química de la chapa de acero 30 y una placa de acero para ser utilizada en su fabricación. En la siguiente descripción, "%", que es la unidad del contenido de cada elemento contenido en la chapa de acero 30 y la placa de acero que se utilizará en la fabricación de la misma, significa "% en masa" siempre que no haya ninguna especificación en particular. La chapa de acero 30 de acuerdo con la realización y la placa de acero que se utilizará en la fabricación de la misma tienen la composición química representada por: C: 0,0005 % a 0,0800%; Si: 0,003 % a 0,500 %; Mn: 0,05 % a 0,80 %; P: 0,005 % a 0,050 %; S: 0,100 % o menos; Al: 0,080 % o menos; N: 0,0050 % o menos; Ti: 0,000 % a 0,100 %; Nb: 0,000 % a 0,050 %; B: 0,000 % a 0,0100 %, y el resto: Fe e impurezas. Como impurezas, se ejemplifican las contenidas en la materia prima (Cu, Cr, Sn, Ni y otras) como mineral o chatarra y las contenidas en el proceso de fabricación (REM como Ce, Ca y otras).

35 C: 0,0005 % a 0,0800 %

40 El C es un elemento que contribuye a la resistencia de la chapa de acero. Cuando el contenido de C es inferior al 0,0005 %, es imposible obtener la suficiente resistencia. En consecuencia, el contenido de C es del 0,0005 % o más. Para obtener una mayor resistencia, el contenido de C es preferiblemente del 0,0010 % o más. Cuando el contenido de C supera el 0,0800 %, no se puede obtener la suficiente ductilidad. Rara vez sucede que una chapa de acero recubierta para el depósito de combustible de un camión y de un autobús adquiere una forma compleja, pero cuando la ductilidad es demasiado baja, la formación puede ser difícil dependiendo de alguna porción. En consecuencia, el contenido de C es del 0,0800 % o menos. Para obtener una mayor excelencia en la ductilidad, el contenido de C es
45 preferiblemente del 0,0500 %.

Si: 0,003 % a 0,500 %

50 El Si es un elemento que contribuye a la resistencia de la chapa de acero. Cuando el contenido de Si es inferior al 0,003 %, es imposible obtener la suficiente resistencia. En consecuencia, el contenido de Si es del 0,003 % o más. Cuando el contenido de Si es superior al 0,500 %, no se puede lograr una formación suficiente del recubrimiento. En consecuencia, el contenido de Si es del 0,500 % o menos.

ES 2 747 000 T3

Mn: 0,05 % a 0,80 %

5 El Mn es un elemento que contribuye a la resistencia de la chapa de acero. El Mn también contribuye a la supresión de la falta de calor causada por el S en el laminado en caliente. Cuando el contenido de Mn es inferior al 0,05 %, los efectos ocasionados por las acciones descritas con anterioridad no se pueden lograr de un modo suficiente. En consecuencia, el contenido de Mn es del 0,05 % o más. Cuando el contenido de Mn es superior al 0,80 %, la facilidad de trabajo lograda no es suficiente. En consecuencia, el contenido de Mn es de 0,80 % o menos.

P: 0,005 % a 0,050 %

10 El P es un elemento que aumenta la resistencia de la chapa de acero mediante el fortalecimiento de la solución sólida. Además, como se describió con anterioridad, el P es un elemento que contribuye también a mejorar la soldabilidad de la costura cuando el peso del recubrimiento es pequeño. Cuando el contenido de P es inferior al 0,005 %, no se pueden obtener los efectos ocasionados por las acciones descritas con anterioridad de un modo suficiente. En consecuencia, el contenido de P es del 0,005 % o más. Cuando el contenido de P es superior al 0,050 %, no se puede lograr la suficiente robustez. El P se segrega fácilmente en los límites de grano, y cuando la resistencia de la chapa de acero es particularmente alta, el P causa fragilidad a baja temperatura. En consecuencia,
15 el contenido de P es del 0,050 % o menos.

S: 0,100 % o menos

20 El S no es un elemento esencial y está contenido como una impureza en la chapa de acero, por ejemplo. El S es un elemento que afecta la facilidad de trabajo, tanto en caliente como no en caliente. Por lo tanto, cuanto menor sea el contenido de S, mejor. Cuando el contenido de S supera el 0,100 % en particular, estos efectos adversos son notables. En consecuencia, el contenido de S es del 0,100 % o menos. Reducir el contenido de S conlleva un costo, y este costo aumenta notablemente cuando la reducción debe llegar a menos del 0,001 %. Por lo tanto, el contenido de S puede ser del 0,001 % o más.

Al: 0,080 % o menos

25 El Al no es un elemento esencial y está contenido como una impureza en la chapa de acero, por ejemplo. El Al forma un óxido hecho de alúmina principalmente en la chapa de acero, lo cual deteriora la deformabilidad local. Por lo tanto, cuanto menor sea el contenido de Al, mejor. Cuando el contenido de Al es de más del 0,080 % en particular, estos efectos adversos son notables. En consecuencia, el contenido de Al es del 0,080 % o menos. El Al es eficaz en la desoxidación, y cuando el contenido de Al es inferior al 0,005 %, la desoxidación en la fabricación de acero es insuficiente y, por lo tanto, el óxido permanece en una gran cantidad en la chapa de acero y, en ocasiones, no se
30 puede obtener la suficiente deformabilidad local. Por lo tanto, el contenido de Al puede ser del 0,005 % o más.

N: 0,0050 % o menos

35 El N no es un elemento esencial y está contenido como una impureza en la chapa de acero, por ejemplo. El N genera un precipitado y hace que la robustez de la zona afectada por el calor se deteriore. Por lo tanto, cuanto menor sea el contenido de N, mejor. Cuando el contenido de N es superior al 0,0050 % en particular, el deterioro de la robustez de la zona afectada por el calor es notable. En consecuencia, el contenido de N es del 0,0050 % o menos. Reducir el contenido de N conlleva un costo, y este costo aumenta notablemente cuando la reducción debe hacerse a menos del 0,0010 %. Por lo tanto, el contenido de N puede ser del 0,0010 % o más.

El Ti, el Nb y el B no son elementos esenciales, sino elementos opcionales que pueden estar contenidos adecuadamente en la chapa de acero recubierta y en la placa de acero, hasta cantidades límite predeterminadas.

40 T: 0,000 % a 0,100; Nb: 0,000 % a 0,050 %; B: 0,000 % a 0,0100 %

45 El Ti y el Nb son elementos que forman carburos finos y contribuyen a mejorar la facilidad de trabajo de la chapa de acero. El B es un elemento que mejora la facilidad de trabajo secundaria de la chapa de acero. Por consiguiente, puede haber uno de estos elementos o cualquier combinación seleccionada de ellos. Sin embargo, cuando el contenido de Ti supera el 0,100 %, el efecto ocasionado por la acción descrita con anterioridad se satura, lo que solo aumenta el costo inútilmente; cuando el contenido de Nb supera un porcentaje de 0,050 %, se satura el efecto ocasionado por la acción descrita con anterioridad, lo cual solo aumenta el costo inútilmente, y cuando el contenido de B supera el 0,0100 %, no se puede obtener la suficiente capacidad de trabajo. En consecuencia, el contenido de Ti es del 0,100 % o menos, el contenido de Nb es del 0,050 % o menos, y el contenido de B es del 0,0100 % o menos. Para obtener los efectos ocasionados por las acciones descritas con anterioridad de forma segura, tanto el
50 contenido de Ti como el contenido de Nb son preferiblemente del 0,001 % o más, y el contenido de B es preferiblemente del 0,0003 % o más. Es decir, se prefiere que "Ti varíe del 0,001 al 0,100 %", que "Nb varíe del 0,001 al 0,050 %" o que "B varíe del 0,0003 % al 0,0100 %" o que se satisfaga cualquier combinación de ellos.

A continuación, se describirán los pesos de recubrimiento de la primera capa de recubrimiento 10 y de la segunda capa de recubrimiento 20.

Como se describió con anterioridad, la primera capa de recubrimiento 10 incluye la primera capa de aleación de Al-Fe-Si 11 y la primera capa de aleación de Al-Si 12, y la segunda capa de recubrimiento 20 incluye la segunda capa de aleación de Al-Fe-Si 21 y la segunda capa de aleación de Al-Si 22. Los espesores de las capas de aleación de Al-Fe-Si no tienen limitaciones particulares, pero debido a que las capas de aleación de Al-Fe-Si son duras y frágiles, si las capas de aleación de Al-Fe-Si son demasiado gruesas, a veces no se logra la buena facilidad de trabajo. En consecuencia, el espesor tanto de la primera capa de aleación de Al-Fe-Si 11 como de la segunda capa de aleación de Al-Fe-Si 21 es, preferiblemente, de 4 μm o menos. Además, el espesor de la primera capa de aleación de Al-Si 12 es preferiblemente de 3 μm o más, en vista de asegurar resistencia a la corrosión, la facilidad de trabajo y demás.

Aunque los detalles se describirán más adelante, la primera capa de recubrimiento 10 y la segunda capa de recubrimiento 20 se forman mediante un método de recubrimiento por inmersión en caliente, utilizando un baño de recubrimiento que contiene Al y Si, por ejemplo, la primera capa de aleación de Al-Si 12, que tiene sustancialmente la misma composición que la composición del baño de recubrimiento, está incluida en la primera capa de recubrimiento 10, y la segunda capa de aleación de Al-Si 22, que tiene sustancialmente la misma composición que la composición del baño de recubrimiento, está incluida en la segunda capa de recubrimiento 20. La primera capa de aleación de Al-Si 12 y la segunda capa de aleación de Al-Si 22 contribuyen a mejorar la resistencia a la corrosión.

Como se describió con anterioridad, el peso del recubrimiento de la primera capa de recubrimiento 10 varía de 31 g/m^2 a 60 g/m^2 , y el peso del recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento 20 varía de 5 g/m^2 a 29 g/m^2 .

Cuando se fabrica un depósito de combustible utilizando una chapa de acero recubierta, una superficie de la chapa de acero recubierta debe ser una superficie interna y la otra superficie debe ser una superficie externa. Entonces, la superficie que será la superficie interna se expone al combustible y la superficie que será la superficie externa se expone a un medio de soldadura. En consecuencia, el peso del recubrimiento es mayor en la superficie que se convertirá en la superficie interna que la superficie que se convertirá la superficie externa. Por lo tanto, en la realización, los pesos de recubrimiento se hacen diferentes entre sí, entre la primera capa de recubrimiento 10 y la segunda capa de recubrimiento 20. Cuando el depósito de combustible se fabrica utilizando la chapa de acero recubierta 1 de acuerdo con la realización, la formación se realiza de manera que la primera capa de recubrimiento 10 con el recubrimiento más grueso sea el lado de la superficie interna, y la segunda capa de recubrimiento 20 con el recubrimiento más fino sea el lado de la superficie externa.

Como se describió con anterioridad, la chapa de acero recubierta 1 se forma de modo que la segunda capa de recubrimiento 20 sea el lado externo del depósito de combustible. En consecuencia, la segunda capa de recubrimiento 20 afecta en gran medida la soldabilidad de la costura y la soldabilidad por puntos. Además, la segunda capa de recubrimiento 20 contribuye a mejorar la resistencia a la corrosión causada por daños debidos a la sal y similares. Cuando el peso del recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento 20 es superior a 29 g/m^2 , no se puede obtener una buena soldabilidad de la costura y soldabilidad por puntos. En consecuencia, el peso del recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento 20 supera el 29 g/m^2 o menos. La segunda capa de recubrimiento 20 se forma mediante el método de recubrimiento por inmersión en caliente, por ejemplo, como se describirá más adelante, y es difícil formar la segunda capa de recubrimiento 20 con un peso de recubrimiento de menos de 5 g/m^2 . En consecuencia, el peso del recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento 20 es de 5 g/m^2 o más.

Como se describió con anterioridad, la chapa de acero recubierta 1 se forma de modo que la primera capa de recubrimiento 10 sea el lado interno del depósito de combustible. Por consiguiente, la primera capa de recubrimiento 10 afecta en gran medida la resistencia a la corrosión de un combustible tales como el aceite ligero y la gasolina, así como la resistencia a la corrosión a un ácido orgánico, tales como el ácido fórmico y el ácido acético, que se genera con la oxidación y el deterioro del combustible. Cuando el peso del recubrimiento de la primera capa de recubrimiento 10 es inferior a 31 g/m^2 , no se puede obtener la suficiente resistencia a la corrosión. En consecuencia, el peso del recubrimiento de la primera capa de recubrimiento 10 es de 31 g/m^2 o más. Como se describe más adelante, la primera capa de recubrimiento 10 se forma mediante el método de recubrimiento por inmersión en caliente junto con la segunda capa de recubrimiento 20, y es difícil formar la capa de recubrimiento 10 con un peso de recubrimiento de más de 60 g/m^2 , ya que el peso del recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento 20 es de 29 g/m^2 o menos. En consecuencia, el peso del recubrimiento de la primera capa de recubrimiento 10 es de 60 g/m^2 o menos.

El peso del recubrimiento puede medirse por un método común. Por ejemplo, es preferible medir el peso del recubrimiento con rayos X fluorescentes, creando de antemano una curva de calibración entre el peso del recubrimiento medido por el método gravimétrico y la intensidad de los rayos X fluorescentes. Estas mediciones se realizan en una porción central y en ambas porciones de los extremos (por ejemplo, las posiciones que están a 50 mm cerca del centro desde ambos bordes) en la dirección del ancho de la chapa de la chapa de acero recubierta, y se utiliza un valor promedio de los valores medidos en estos tres puntos como valor representativo de la superficie medida.

Con preferencia, se mantiene una relación específica entre la diferencia entre el peso de recubrimiento de la primera

capa de recubrimiento 10 y el peso de recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento 20 y el espesor de la chapa de acero 30. Específicamente, cuando X (g/m²) indica el peso del recubrimiento de la primera capa de recubrimiento 10, Y (g/m²) indica el peso del recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento 20 y T (mm) indica el espesor de la chapa de acero 30, con preferencia, se mantiene una relación de "(X - Y) - (26,7 - 13,3T) > 0". Esta relación significa que se prefiere que cuanto más delgada sea la chapa de acero 30, mayor sea la diferencia de los pesos del recubrimiento. Tanto en la soldadura por costura como en la soldadura por puntos, la reacción del cobre contenido en el electrodo de soldadura y el elemento metálico contenido en la capa de recubrimiento es la causa subyacente de la disminución en la capacidad de soldadura. Por consiguiente, se considera que cuanto más delgada sea la chapa de acero, menor será la distancia desde la porción fundida hasta la superficie de la chapa de acero recubierta que está en contacto con el electrodo de soldadura y, por lo tanto, se ejerce un efecto notable del mismo.

A continuación, se describirá el método de fabricación de la chapa de acero recubierta 1, según la primera realización.

En este método de fabricación, se obtiene una placa de acero del acero fundido que tiene la composición química descrita con anterioridad. La placa de acero se puede obtener, por ejemplo, mediante colada continua. Una placa delgada cuyo espesor es de 100 mm o menos se funde, y luego la placa delgada puede usarse como la placa de acero.

A continuación, se realiza el laminado en caliente de la placa de acero. La condición del laminado en caliente no tiene limitaciones particulares. La temperatura de calentamiento es de 1400 °C o menos, por ejemplo, y con preferencia, de 1250 °C o menos. Además, la temperatura de acabado del laminado final es, preferiblemente, el punto Ar3 o más, y la temperatura de laminado es, preferiblemente, de 600 °C a 750 °C. Por lo tanto, se puede obtener una chapa de acero laminada en caliente.

Con posterioridad, se realiza el tratamiento de recubrimiento de la chapa de acero laminada en caliente. En esta realización, los pesos del recubrimiento se fabrican de modo que sean diferentes entre sí, entre el anverso y el reverso de la chapa de acero laminada en caliente. El tratamiento de recubrimiento se realiza mediante el método de recubrimiento por inmersión en caliente utilizando, por ejemplo, el baño de recubrimiento que contiene Al y Si.

Cuando se lleva a cabo el tratamiento de recubrimiento por el método de recubrimiento por inmersión en caliente, los pesos del recubrimiento se controlan por un método de limpieza con gas, por ejemplo. Los pesos del recubrimiento pueden controlarse por la presión de gas, por la velocidad de la línea, por la distancia entre la chapa de acero y la boquilla, por la abertura de la boquilla, por la forma de boquilla o por otros medios. En esta realización, para hacer que los pesos de recubrimiento sean diferentes entre sí entre el anverso y el reverso de la chapa de acero laminada en caliente, la presión de gas, la distancia entre la chapa de acero y la boquilla o la abertura de la boquilla, o cualquier combinación de ellos son diferentes entre el anverso y el reverso, por ejemplo. Industrialmente, se supone que en una línea de producción de recubrimiento que se utilizará para fabricar la chapa de acero recubierta de acuerdo con la realización, también se fabrica una chapa de acero cuyos pesos de recubrimiento son los mismos entre el anverso y el reverso de la chapa de acero. Por lo tanto, los pesos de recubrimiento preferiblemente son diferentes entre sí, entre el anverso y el reverso, mediante el ajuste de la distancia entre la chapa de acero y la boquilla y/o la presión de gas.

Cuando el tratamiento de recubrimiento se realiza utilizando el baño de recubrimiento que contiene Al y Si, el Al y el Si, que están contenidos en el baño de recubrimiento, reaccionan con el Fe que está en la chapa de acero laminada en caliente, para formar las capas de aleación de Al-Fe-Si constituidas por un compuesto intermetálico sobre porciones de la capa superficial de la chapa de acero laminada en caliente. Además, en las capas de aleación de Al-Fe-Si, se forman capas de aleación de Al-Si que tienen sustancialmente la misma composición que la del baño de recubrimiento.

Por lo tanto, es posible fabricar una chapa de acero recubierta 1, que incluya la chapa de acero 30, la primera capa de aleación de Al-Fe-Si 11, la primera capa de aleación de Al-Si 12, la segunda capa de aleación de Al-Fe-Si 21 y la segunda capa de aleación de Al-Si 22.

La chapa de acero recubierta 1 puede fabricarse no solo realizando un tratamiento de recubrimiento para una chapa de acero laminada en caliente, sino también formando una chapa de acero laminada en frío, llevando a cabo el laminado en frío de la chapa de acero laminada en caliente y efectuando el tratamiento de recubrimiento para la chapa de acero laminada en frío. La chapa de acero recubierta 1 puede fabricarse también realizando un recocido por recristalización de la chapa de acero laminada en frío y posteriormente llevando a cabo el tratamiento de recubrimiento. La condición de laminado en frío no tiene limitaciones particulares. Por ejemplo, la relación de reducción en el laminado en frío puede ser del 40 % al 80 % en general, por ejemplo. La condición del recocido de recristalización tampoco tiene limitaciones particulares.

El método de tratamiento de recubrimiento no se limita al método de recubrimiento por inmersión en caliente. Por ejemplo, el tratamiento de recubrimiento puede realizarse mediante un método de electrólisis de sal fundida o un método de depósito de vapor. Sin embargo, el método de recubrimiento por inmersión en caliente es de mayor excelencia en el sentido del costo industrial que el método de electrólisis de sal fundida y el método de deposición

de vapor. En consecuencia, el tratamiento de recubrimiento se realiza, con preferencia, por el método de recubrimiento por inmersión en caliente.

5 Cuando el tratamiento de recubrimiento se realiza mediante el método de recubrimiento por inmersión en caliente, el baño de recubrimiento contiene, preferiblemente, 85 % en masa de Al o más. Además, cuando el contenido de Si del baño de recubrimiento es menor que el % [SiC] en masa, las capas de aleación de Al-Fe-Si aumentan demasiado después del tratamiento de recubrimiento y a veces disminuye la facilidad de trabajo.

Cuando el contenido de Si del baño de recubrimiento es superior a 15 % en masa, a veces no se puede obtener la suficiente resistencia a la corrosión. En consecuencia, el contenido de Si del baño de recubrimiento es preferiblemente de 15 % en masa o menos, y con mayor preferencia, del 12 % en masa o menos.

10 Cuando el tratamiento de recubrimiento se realiza mediante el método de recubrimiento por inmersión en caliente, los espesores de las capas de aleación de Al-Fe-Si se pueden ajustar por la temperatura del baño, por la composición del baño, por la temperatura de la chapa al entrar en el baño, por la velocidad de enfriamiento y por la velocidad de la línea, y por ejemplo, tienen de 2 μm a 5 μm cada una. Cuanto más delgada se fabrica la chapa de acero recubierta, mayor es la velocidad de la línea, y cuanto mayor es la velocidad de la línea, más delgadas son las capas de aleación de Al-Fe-Si. Dado que las capas de aleación de Al-Fe-Si son duras y frágiles como se describió con anterioridad, las capas de aleación de Al-Fe-Si demasiado gruesas a veces no permiten obtener una buena facilidad de trabajo. En consecuencia, los espesores de la primera capa de aleación de Al-Fe-Si 11 y la segunda capa de aleación de Al-Fe-Si 21 se ajustan preferiblemente a 4 μm o menos.

20 De acuerdo con la primera realización, es posible obtener una excelente soldabilidad y también obtener una buena resistencia a la corrosión para el combustible. Por consiguiente, la chapa de acero recubierta contribuye a mejorar la productividad del depósito de combustible para un camión o un autobús y es adecuada como material para el depósito de combustible de un camión o un autobús.

Preferiblemente, las capas de recubrimiento están libres de zinc. Esto se debe a que se evita la obstrucción de los orificios de inyección con la generación de un jabón metálico.

25 Segunda realización

A continuación, se describirá una segunda realización. La figura 2 es una vista en corte transversal que ilustra una chapa de acero recubierta de acuerdo con la segunda realización.

30 Una chapa de acero recubierta 2, según la segunda realización no tiene la capa de aleación de Al-Si 22 sobre la capa superficial de la segunda superficie 32 del lado de una chapa de acero 30, como se ilustra en la figura 2. Las otras configuraciones son las mismas que las de la chapa de acero recubierta 1 según la primera realización. De acuerdo con la segunda realización, dado que la capa que está expuesta al exterior en el lado de la segunda superficie 32 es una capa de aleación de Al-Fe-Si 21, se puede obtener una soldabilidad de la costura y una soldabilidad por puntos de mayor excelencia y una mejor adhesividad al recubrimiento de la superficie exterior (película de recubrimiento).

35 La chapa de acero recubierta 2 según la segunda realización puede fabricarse mediante los siguientes dos tipos de métodos, por ejemplo. En un primer método de fabricación, una capa de recubrimiento 20 se recalienta después de realizar el mismo tratamiento que en la primera realización. En un segundo método de fabricación, el peso del recubrimiento se hace lo más pequeño posible, y la reacción de Al y Si con Fe se acelera mediante el precalentamiento del baño de recubrimiento, mientras la temperatura de baño del baño de recubrimiento se mantiene relativamente alta.

Tercera realización

A continuación, se describirá una tercera realización. La figura 3 es una vista en corte transversal que ilustra una chapa de acero recubierta según la tercera realización.

45 Una chapa de acero recubierta 3, según la tercera realización, incluye un recubrimiento de conversión 23 en la segunda capa de recubrimiento 20, como se ilustra en la figura 3. Las otras configuraciones son las mismas que en la primera realización. De acuerdo con la tercera realización, dado que se incluye el recubrimiento de conversión 23, se puede obtener una soldabilidad de la costura y una soldadura por puntos de mayor excelencia y la adhesividad a un recubrimiento de la superficie externa (película de recubrimiento) es mejor.

50 El recubrimiento de conversión 23 contiene, por ejemplo, Cr, Zr, Ti, Si o V, o un compuesto de cualquier combinación de los mismos. Cuando el peso de recubrimiento del recubrimiento de conversión 23 es inferior a 50 mg/m^2 , a veces no se puede obtener el efecto suficiente de mejorar la soldabilidad de la costura y la soldabilidad por puntos. Por consiguiente, el peso de recubrimiento del recubrimiento de conversión 23 es preferiblemente de 50 mg/m^2 o más. Cuando el peso de recubrimiento del recubrimiento de conversión 23 es superior a 1000 mg/m^2 , la resistencia superficial de la chapa de acero recubierta 3 es demasiado grande y, por lo tanto, la soldabilidad de la costura y/o la soldabilidad por puntos a veces disminuyen/se reducen negativamente. Por consiguiente, el peso de

recubrimiento del recubrimiento de conversión 23 es, con preferencia, de 1000 mg/m² o menos.

5 En la medición del peso de recubrimiento del recubrimiento de conversión, de manera similar al peso del recubrimiento, por ejemplo, es preferible medir el peso del recubrimiento con rayos X fluorescentes, donde se crea de antemano una curva de calibración entre el peso del recubrimiento medido por el método gravimétrico y la intensidad de los rayos X fluorescentes. Estas mediciones se realizan en la porción central y en las porciones de ambos extremos (por ejemplo, en posiciones que están a 50 mm del centro desde ambos bordes) en la dirección del ancho de la chapa de acero recubierta, y se utiliza un valor promedio de los valores medidos en estos tres puntos como valor representativo de la superficie medida.

Cuarta realización

10 A continuación, se describirá una cuarta realización. La figura 4 es una vista en corte transversal que ilustra una chapa de acero recubierta, de acuerdo con la cuarta realización.

15 Una chapa de acero recubierta 4 de acuerdo con la cuarta realización incluye un recubrimiento de conversión 23 en una segunda capa de recubrimiento 20, como se ilustra en la figura 4. Otras configuraciones son las mismas que las de la segunda realización. Según la cuarta realización, se puede obtener el efecto de la segunda realización y el efecto de la tercera realización.

20 Como se ilustra en la figura 5, la chapa de acero recubierta 3 según la tercera realización puede incluir un recubrimiento de conversión 13, en una primera capa de recubrimiento 10, Como se ilustra en la figura 6, la chapa de acero recubierta 4 según la cuarta realización puede incluir un recubrimiento de conversión 13 en una primera capa de recubrimiento 10. El recubrimiento de conversión 13 puede formarse junto con el recubrimiento de conversión 23.

25 La capa de aleación de Al-Si y la capa de aleación de Al-Fe-Si pueden confirmarse mediante una observación microscópica de la sección transversal. La figura 7 es una vista que ilustra una micrografía óptica de una sección transversal de la chapa de acero recubierta. Como se ilustra en la figura 7, la capa de aleación de Al-Si y la capa de aleación de Al-Fe-Si se pueden distinguir claramente, mediante una observación con un microscopio óptico. Se pueden confirmar mediante un análisis elemental con SEM (*scanning electro microscope*, microscopio electrónico de barrido) -EDS (*energy dispersion X-ray spectroscopy*, espectroscopía por rayos X de dispersión de energía), EPMA (*electron probe micro analyzer*, microanalizador de sonda electrónica) o similares.

30 A continuación, se describirá un método para fabricar un depósito de combustible utilizando una chapa de acero recubierta, de acuerdo con una realización de la presente invención. Primero, la chapa de acero recubierta se somete a flexión para formar un tubo cuadrado, y las cabezas de los depósitos se sueldan a tope, en ambas aberturas de los extremos de este tubo cuadrado, para producir el cuerpo de un depósito. Cuando se produce el tubo cuadrado, se usa una segunda capa de recubrimiento, con un recubrimiento más delgado que será el lado externo de la superficie. Se disponen unas placas divisorias, que presentan orificios para que fluya el combustible dentro del cuerpo del depósito, y las placas divisorias y el cuerpo del depósito se sueldan por puntos, para dividir el interior del cuerpo del depósito en una pluralidad de cámaras divididas. Posteriormente, se provee una carga de aceite en una superficie superior del cuerpo del depósito. La superficie interna (una superficie en la que está expuesta la primera capa de recubrimiento) del depósito de combustible por lo general no tiene recubrimiento, en tanto que la superficie externa del mismo suele estar recubierta. El tipo de recubrimiento y el espesor de la película de recubrimiento de la superficie externa no tienen limitaciones particulares. Por ejemplo, es preferible formar una película de recubrimiento cuyo espesor sea de aproximadamente 10 a 10 μm usando una resina soluble en agua basada en melamina. De este modo, es posible fabricar el depósito de combustible. Cuanto más gruesa sea la película de recubrimiento, mayor excelencia se logrará en la propiedad de prevenir la oxidación de la superficie externa, aunque también aumentará el costo y, por lo tanto, es preferible seleccionar un espesor apropiado, dependiendo de la posición en la carrocería del vehículo, donde se coloque el depósito de combustible, o similares.

45 Tal depósito de combustible es adecuado como depósito de combustible para un camión y un autobús.

Obsérvese que las realizaciones descritas con anterioridad simplemente ilustran ejemplos concretos de implementación de la presente invención y que su alcance técnico no debe interpretarse de manera restrictiva por estas realizaciones.

Ejemplos

50 A continuación, se describirán ejemplos de la presente invención. Una condición que se impone en los ejemplos es que exista un ejemplo condicional, que se adopte para confirmar la posibilidad de implementación y el efecto de la presente invención, la cual no se limita a este ejemplo condicional.

Primer experimento

55 En un primer experimento, unos aceros fundidos (tipos de acero A a N), que tenían las composiciones químicas presentadas en la tabla 1, se extrajeron de un conversor para obtener placas de acero, y se procedió a realizar el laminado en caliente a una temperatura de calentamiento de 1220 °C, a una temperatura de acabado de 870 °C, y a

una temperatura de bobinado de 630 °C. Las columnas en blanco en la tabla 1 indican que el contenido de los elementos relevantes estaba por debajo de los límites de detección. Luego, se realizó el laminado en frío de las chapas de acero laminadas en caliente, en una relación de reducción del 70 % para obtener chapas de acero laminado en frío, cuyo espesor era de 1,4 mm. A partir de entonces, se llevó a cabo un tratamiento de recocido y recubrimiento en una línea continua de recubrimiento por inmersión en caliente. La temperatura de recocido era de 780 °C, la temperatura del baño de recubrimiento era de 660 °C y la composición del baño de recubrimiento era del 91 % en masa de Al y del 9 % en masa de Si. Se realizó el ajuste de los pesos del recubrimiento mediante el método de limpieza con gas después del tratamiento de recubrimiento. Se controló de forma independiente la condición de limpieza con gas en el anverso y el reverso de las chapas de acero laminadas en frío, y los respectivos pesos de recubrimiento se ajustaron como se presenta en la tabla 2. Por lo tanto, se produjeron varias chapas de acero recubiertas, con capas de recubrimiento. Aquí, en las capas de recubrimiento formadas en el anverso y el reverso de la misma, la que tenía un peso de recubrimiento mayor se denominó primera capa de recubrimiento y la otra, cuyo peso de recubrimiento era menor, se denominó segunda capa de recubrimiento. En la muestra n.º 4, dado que los pesos de recubrimiento del anverso y el reverso de la misma son iguales, una se denominó primera capa de recubrimiento y la otra se llamó segunda capa de recubrimiento, por cuestiones de conveniencia. Cualquiera de las capas de recubrimiento formadas en las muestras n.º 1 a n.º 23 presentadas en la tabla 2 contenía una capa de aleación de Fe-Si-Al y una capa de aleación de Si-Al. El Fe que se disolvió de las chapas de acero laminadas en frío o similares se mezcló en aproximadamente un 2,5 % en masa en el baño de recubrimiento. Los datos subrayados en la tabla 1 indican que sus valores numéricos están fuera del rango de la presente invención.

20 Tabla 1

Tipo de acero	Componente químico (% en masa)										Observaciones
	G	Si	Mn	P	s	Al	N	Ti	Nb	B	
A	0,0360	0,009	0,14	<u>0,003</u>	0,006	0,03	0,0023			0,0017	Ejemplo comparativo
B	0,0360	0,009	0,14	0,007	0,006	0,03	0,0023			0,0017	Ejemplo de la invención
C	0,0360	0,009	0,14	0,013	0,006	0,03	0,0023			0,0017	Ejemplo de la invención
D	0,0360	0,009	0,14	0,029	0,006	0,03	0,0023			0,0017	Ejemplo de la invención
E	0,0360	0,009	0,14	<u>0,066</u>	0,006	0,03	0,0023			0,0017	Ejemplo comparativo
F	0,0008	0,004	0,06	0,008	0,004	0,02	0,0015	0,011	0,005	0,0003	Ejemplo de la invención
G	0,0270	0,021	0,21	0,008	0,011	0,04	0,0033		0,012		Ejemplo de la invención
H	0,0500	0,120	0,55	0,015	0,017	0,05	0,0042				Ejemplo de la invención
I	0,0200	0,080	0,76	0,034	0,035	0,04	0,0021				Ejemplo de la invención
J	0,0700	0,270	0,41	0,045	0,044	0,02	0,0050				Ejemplo de la invención
K	0,0300	0,030	0,29	0,009	0,008	0,05	0,0027	0,033			Ejemplo de la invención
L	0,0021	0,120	0,21	0,007	0,003	0,02	0,0016		0,024		Ejemplo de la invención
M	0,0015	0,140	0,25	0,013	0,005	0,04	0,0040	0,042		0,0012	Ejemplo de la invención
N	0,0400	0,190	0,61	0,011	0,021	0,06	0,0055	0,037	0,021		Ejemplo de la invención

Posteriormente, se realizó la evaluación de la soldabilidad de la costura y la soldabilidad por puntos de las chapas de acero recubiertas. Además, también se llevó a cabo la evaluación de la resistencia a la corrosión frente a un ácido orgánico. La tabla 2 también presenta estos resultados. Los subrayados en la tabla 2 indican que los datos de la misma están fuera del rango de la presente invención.

En la evaluación de la soldabilidad de la costura, se superpusieron dos piezas de prueba, cuyo tamaño era de 100 mm x 500 mm y se soldaron con una costura, de modo que las segundas capas de recubrimiento quedaran en el exterior. En cuanto a la soldadura de la costura, el diámetro del electrodo era de 250 mm, la punta del electrodo R

era de 8 mm, la fuerza de presurización era de 500 kgf, la corriente de soldadura de 15 kA, 2 encendido-1 apagado (60 Hz) y la velocidad de soldadura era de 4 m/min. Luego, se efectuaron 100 grupos de soldaduras continuamente, y se observó la condición de botón de soldadura (*nugget*) del grupo número 100. Se midió el diámetro máximo de orificios de soplado, que se produjo por una línea de soldadura de 100 mm, mediante un método de rayos X. La evaluación de la soldabilidad por costura se realizó en función del diámetro máximo de los orificios de soplado, y la muestra en la que el diámetro máximo de los orificios de soplado era de 0,1 mm o menos, se consideraba como ⊙, la muestra en la que el diámetro máximo de los orificios de soplado era de entre más de 0,1 mm a 0,5 mm o menos se consideraba como ○, y la muestra en la que el diámetro máximo de los orificios de soplado era superior a 0,5 mm, se consideraba como ×. En general, cuando la reacción de un electrodo y la chapa de acero recubierta es vigorosa, el electrodo y la chapa de acero recubierta tienden a adherirse entre sí, y se produce una fuerza de desprendimiento o *peeling* de la chapa de acero recubierta. Por lo tanto, cuanto más vigorosa es la reacción, más grande es el orificio de soplado.

En la evaluación de la capacidad de soldabilidad por puntos, se superpusieron dos piezas de prueba cuyo tamaño era de 230 mm x 320 mm y se soldaron por puntos, de modo que las segundas capas de recubrimiento quedaran el exterior. En cuanto a la soldadura por puntos, se utilizó un electrodo DR con una punta de 6 φ - 40R, la fuerza de presurización era de 250 kgf, la energización consistió en 12 ciclos (60 Hz) y la corriente de soldadura era de 8 kA. Luego, se realizaron 1000 soldaduras por puntos y se observó una condición de botón de soldadura en el punto número 1000, La evaluación de la soldabilidad por puntos se realizó en función del diámetro del botón de soldadura, y la muestra en la que el diámetro del botón de soldadura era de 4 mm o más se consideraba como ○ y la muestra en la que el diámetro del botón de soldadura era inferior a 4 mm se consideró como ×.

En la evaluación de la resistencia a la corrosión, se preparó una solución corrosiva que contenía aproximadamente 100 ppm de ácido fórmico y aproximadamente 200 ppm de ácido acético en agua. La solución corrosiva se ajustó mezclando 10 % en volumen de agua, en una mezcla de gasolina oxidada, de acuerdo con la norma JIS K2287 y gasolina no oxidada. Luego, se sumergieron unas muestras cuyo tamaño era de 30 mm x 40 mm y sobre las cuales se había colocado un sello de borde, en una solución corrosiva de 500 ml, durante 1000 horas. La temperatura de la solución corrosiva era de 45 °C. La evaluación de la resistencia a la corrosión se realizó sobre la base de la profundidad máxima de corrosión en las primeras capas de recubrimiento, y la muestra en la que la profundidad máxima de corrosión era mayor que 0,2 mm se consideraba como ×, en tanto que la muestra en la cual la profundidad máxima de corrosión era 0,2 mm o menos se consideraba como ○.

30 Tabla 2

N.º de muestra	Tipo de acero	Peso del recubrimiento (g/m ²)		Soldabilidad por costura	Soldabilidad por puntos	Resistencia a la corrosión de la superficie interna	Observaciones
		Primera capa de recubrimiento	Segunda capa de recubrimiento				
1	B	34	12	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
2	B	34	19	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
3	B	34	25	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
4	B	34	<u>34</u>	×	×	○	Ejemplo comparativo
5	B	<u>25</u>	19	⊙	○	○	Ejemplo comparativo
6	B	41	19	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
7	B	50	24	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
8	B	57	28	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
9	B	<u>66</u>	<u>38</u>	×	×	○	Ejemplo comparativo
10	F	38	21	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
11	F	41	27	⊙	○	○	Ejemplo de la invención

12	A	35	26	×	×	○	Ejemplo comparativo
13	C	39	20	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
14	D	41	19	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
15	E	40	17	Se produjeron grietas	Se produjeron grietas	○	Ejemplo comparativo
16	G	39	25	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
17	H	41	19	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
18	I	33	24	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
19	J	43	22	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
20	K	39	18	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
21	L	42	23	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
22	M	31	17	⊙	○	○	Ejemplo de la invención
23	N	31	21	⊙	○	○	Ejemplo de la invención

Como se presenta en la tabla 2, fue posible obtener buena soldabilidad y resistencia a la corrosión de las superficies internas en los ejemplos de la invención.

- 5 Por otro lado, en la muestra n.º 4, dado que el peso del recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento era excesivo, no se pudo obtener una soldabilidad de la costura y una soldabilidad por puntos suficientes. En la muestra n.º 5, dado que el peso de recubrimiento de la primera capa de recubrimiento era demasiado bajo, no se pudo obtener la suficiente resistencia a la corrosión de su superficie interna. En la muestra n.º 9, dado que el peso del recubrimiento de la primera capa de recubrimiento era excesivo, y en virtud de ello, que el peso del recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento también era excesivo, no se pudo obtener la soldabilidad de la costura y la soldabilidad por puntos suficientes. En la muestra n.º 12, dado que el contenido de P de la chapa de acero era demasiado bajo, no se pudieron obtener la soldabilidad de la costura y la soldabilidad por puntos de un modo suficiente. En la muestra n.º 15, dado que el contenido de P de la chapa de acero era excesivo, se produjeron grietas en los botones de soldadura, tanto en la soldadura con costura como en la soldadura por puntos.

15 Segundo experimento

En un segundo experimento, se obtuvieron unas chapas de acero laminadas en frío, cuyo espesor era de 1,4 mm, utilizando el acero tipo B como se describió con anterioridad y, de manera similar al primer experimento, se realizó el recocido y el tratamiento de recubrimiento para estas chapas de acero laminadas en frío en el línea continua de recubrimiento por inmersión en caliente. El peso de recubrimiento de las primeras capas de recubrimiento era de 40 g/m² y el peso de recubrimiento de las segundas capas de recubrimiento era de 19 g/m². Así, se produjeron chapas de acero recubiertas con las capas de recubrimiento. Además, las soluciones químicas presentadas en la tabla 3 se aplicaron a ambas superficies de las chapas de acero recubiertas y se hornearon a 8 °C, para formar recubrimientos de conversión. Luego, se evaluó la soldabilidad por puntos de las chapas de acero recubiertas con los recubrimientos de conversión. La tabla 3 presenta los resultados. En la evaluación de la soldabilidad por puntos, las soldaduras por puntos se realizaron en las mismas condiciones que en el primer experimento, excepto que el número de puntos fue de 1500 puntos y que se observó la condición de botón de soldadura en el punto 1500. La evaluación de la soldabilidad por puntos se realizó en función del diámetro del botón de soldadura, y la muestra en la que el diámetro del botón de soldadura era de 4 mm o más se consideraba como ○, en tanto que la muestra en la que el diámetro del botón de soldadura era inferior a 4 mm se consideraba como △.

30

Tabla 3

N.º de muestra	Solución química	Peso del recubrimiento (g/m ²)	Soldabilidad por puntos	Observaciones
31	Carbonato de zirconio y amonio - sílica [SiC] - hidrógeno fosfato diamónico	0,3	○	Ejemplo de la invención
32	Carbonato de zirconio y amonio - sílica [SiC] - hidrógeno fosfato diamónico	0,6	○	Ejemplo de la invención
33	Fluoruro de titanio - agente de acoplamiento de silano - oxisulfato de vanadio	0,3	○	Ejemplo de la invención
34	Fluoruro de titanio - agente de acoplamiento de silano - oxisulfato de vanadio	0,6	○	Ejemplo de la invención
35	Fluoruro de zirconio - agente de acoplamiento de silano - acetato de vanadio	0,3	○	Ejemplo de la invención
36	Fluoruro de zirconio - agente de acoplamiento de silano - acetato de vanadio	0,6	○	Ejemplo de la invención
37	Sulfato de cromo - sílice - nitrato de níquel	0,3	○	Ejemplo de la invención
38	Sulfato de cromo - sílice - nitrato de níquel	0,6	○	Ejemplo de la invención
39	Sulfato de cromo - sílice - nitrato de níquel	0,1	△	Ejemplo de la invención
40	Sin tratamiento de conversión	Ninguno	△	Ejemplo de la invención

5 Como se presenta en la tabla 3, en las muestras n.º 31 a n.º 38, fue posible obtener un diámetro de botón de soldadura de 4 mm o más, incluso en la soldadura por puntos del punto 1500, y fue posible obtener un excelente soldabilidad por puntos. Es decir, se demostró que los puntos continuos eran 1500 puntos o más. Como resultado de lo anterior, es posible lograr un buen botón de soldadura, a pesar de que se realizan continuamente soldaduras por puntos de 1500 puntos o más. En la muestra n.º 39, dado que el espesor del recubrimiento de conversión excedía el rango preferido, el diámetro del botón de soldadura fue inferior a 4 mm en la soldadura por puntos del punto 1500, a pesar de obtener un diámetro del botón de soldadura de 4 mm o más en la soldadura por puntos del punto 1000. En la muestra n.º 40, dado que no se formó un recubrimiento de conversión, el diámetro del botón de soldadura fue inferior a 4 mm en la soldadura por puntos del punto 1500, a pesar de obtener un diámetro del botón de soldadura de 4 mm o más, en la soldadura por puntos del punto 1000,

10 Tercer experimento

15 En un tercer experimento, se obtuvieron chapas de acero laminadas en frío que tenían varios espesores, usando el tipo de acero M, como se describió con anterioridad y, de manera similar al primer experimento, el recocido y el tratamiento de recubrimiento para estas chapas de acero laminadas en frío se llevaron a cabo en la línea continua de recubrimiento por inmersión en caliente. La condición de limpieza con gas en el anverso y el reverso de las chapas de acero laminadas en frío se controló de forma independiente, y los respectivos pesos de recubrimiento se ajustaron como se presenta en la tabla 4. Por lo tanto, se produjeron varias chapas de acero recubiertas con capas de recubrimiento. Como se presenta en la tabla 4, los espesores de las chapas de acero laminadas en frío fueron de 0,5 mm a 1,8 mm. Luego, se realizó la evaluación de la soldabilidad de la costura de las chapas de acero recubiertas y la resistencia a la corrosión de las superficies internas de las mismas. La tabla 4 presenta los resultados. La evaluación de la soldabilidad de la costura y la resistencia a la corrosión de sus superficies internas se realizó de manera similar al primer experimento.

25

Tabla 4

Muestra n.º	Espesor (mm)	Peso del recubrimiento (g/m ²)		Parámetro PA	Soldabilidad de la costura	Soldabilidad por puntos	Observaciones
		Primera capa de recubrimiento	Segunda capa de recubrimiento				
51	0,5	42	18	3,95	⊙	○	Ejemplo de la invención
52	0,5	42	28	-6,05	○	○	Ejemplo de la invención
53	0,8	45	20	8,94	⊙	○	Ejemplo de la invención
54	0,8	45	33	-4,06	○	○	Ejemplo de la invención
55	1,2	38	22	5,26	⊙	○	Ejemplo de la invención
56	1,2	38	25	2,26	⊙	○	Ejemplo de la invención
57	1,2	38	29	-1,74	○	○	Ejemplo de la invención
58	1,5	33	29	-2,75	○	○	Ejemplo de la invención
59	1,5	35	23	5,25	⊙	○	Ejemplo de la invención
60	1,5	44	29	8,25	⊙	○	Ejemplo de la invención
61	1,8	36	27	6,24	⊙	○	Ejemplo de la invención
62	1,8	51	25	23,24	⊙	○	Ejemplo de la invención

5 Como se presenta en la tabla 4, en las muestras n.º 51, n.º 53, n.º 55, n.º 56 y n.º 59 a n.º 62, en las que el parámetro PA ($= (X - Y) - (26,7 - 13,3T)$) excedía un valor de "0" (cero), fue posible obtener una soldabilidad de costura particularmente excelente. La muestra n.º 51 y la muestra n.º 52 se compararon, y como resulta evidente al comparar la muestra n.º 53 y la muestra n.º 54, se puede decir que cuando la chapa de acero, que tiene un espesor de 0,5 mm o 0,8 mm, es delgada, cuanto mayor sea la diferencia del peso del recubrimiento entre la primera capa de recubrimiento y la segunda capa de recubrimiento, mayor excelencia se logrará en la soldabilidad de la costura.

Cuarto experimento

10 En un cuarto experimento, se obtuvo una chapa de acero laminado en frío, cuyo espesor era de 1,6 mm, utilizando el tipo de acero F, como se describió con anterioridad y, de manera similar al primer experimento, se realizó el recocido y el tratamiento de recubrimiento para esta chapa de acero laminado en frío, en la línea de recubrimiento continua por inmersión en caliente. El peso de recubrimiento de la primera capa de recubrimiento era de 33 g/m² y el peso de recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento era de 8 g/m². La temperatura del baño de recubrimiento era de 690 °C, y cuando se enfrió después de realizar el tratamiento de recubrimiento por enfriamiento con aire, la capa de aleación de Al-Si desapareció en la segunda capa de recubrimiento y la parte externa se presentó de color negro. Luego, se llevó a cabo la evaluación de la soldabilidad por puntos de la chapa de acero recubierta. En la evaluación de la soldabilidad por puntos, las soldaduras por puntos se realizaron en las mismas condiciones que en el primer experimento, excepto que el número de puntos era de 2000 puntos y que se observó la condición de botón de soldadura en el punto 2000. Como resultado, fue posible obtener un diámetro de botón de soldadura de 5,1 mm o más, incluso en una soldadura por puntos, en el punto 2000 y una soldabilidad por puntos particularmente excelente. Es decir, se demostró que los puntos continuos fueron 2000 puntos o más con la desaparición de la capa de aleación de Al-Si.

Aplicabilidad industrial

25 La presente invención puede usarse en la industria manufacturera y en la industria de utilización de las chapas de acero recubiertas que se emplean para el depósito de combustible de un camión o de un autobús, o en otros casos, por ejemplo.

REIVINDICACIONES

1. Una chapa de acero recubierta para un depósito de combustible, que comprende lo siguiente:

una chapa de acero;

una primera capa de recubrimiento, sobre una primera superficie de la chapa de acero y

5 una segunda capa de recubrimiento sobre una segunda superficie de la chapa de acero,

en donde la chapa de acero comprende una composición química representada por lo siguiente, expresado como % en masa:

C: 0,0005 % a 0,0800 %,

Si: 0,003 % a 0,500 %,

10 Mn: 0,05 % a 0,80 %,

P: 0,005 % a 0,050 %,

S: 0,100 % o menos,

Al: 0,080 % o menos,

N: 0,0050 % o menos,

15 Ti: 0,000 % a 0,100 %,

Nb: 0,000 % a 0,050 %,

B: 0,000 % a 0,0100 % y

el resto: Fe e impurezas,

en donde la primera capa de recubrimiento comprende lo siguiente:

20 una primera capa de aleación de Al-Fe-Si sobre la primera superficie y

una primera capa de aleación de Al-Si sobre la primera capa de aleación de Al-Fe-Si,

en donde la segunda capa de recubrimiento comprende una segunda capa de aleación de Al-Fe-Si sobre la segunda superficie,

en donde el peso de recubrimiento de la primera capa de recubrimiento es de 31 g/m² a 60 g/m² y

25 en donde el peso de recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento es de 5 g/m² a 29 g/m²,

en donde la primera capa de recubrimiento está dentro del cuerpo del depósito y la segunda capa de recubrimiento está fuera del cuerpo del depósito.

30 2. La chapa de acero recubierta para un depósito de combustible según la reivindicación 1, en la que la segunda capa de recubrimiento comprende una segunda capa de aleación de Al-Si sobre la segunda capa de aleación de Al-Fe-Si.

3. La chapa de acero recubierta para un depósito de combustible según la reivindicación 1 o 2, en donde en la composición química de la chapa de acero:

Ti: 0,001 a 0,100 %,

Nb: 0,001 a 0,050 % o

35 B: 0,0003 % a 0,0100 % o

se satisface cualquier combinación de la misma.

40 4. La chapa de acero recubierta para un depósito de combustible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que se mantiene la relación de $(X - Y) - (26,7 - 13,3T) > 0$, en donde X (g/m²) denota el peso de recubrimiento de la primera capa de recubrimiento, Y (g/m²) indica el peso de recubrimiento de la segunda capa de recubrimiento y T (mm) denota el espesor de la chapa de acero.

5. La chapa de acero recubierta para un depósito de combustible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,

ES 2 747 000 T3

que comprende, además, un recubrimiento de conversión que contiene Cr, Zr, Ti, Si o V, o un compuesto de cualquier combinación de lo anterior sobre la segunda capa de recubrimiento,

en donde el peso de recubrimiento del recubrimiento de conversión es de 50 mg/m^2 a 1000 mg/m^2 .

6. Un depósito de combustible que comprende lo siguiente:

- 5 un cuerpo del depósito fabricado con la chapa de acero recubierta de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la primera capa de recubrimiento está dentro del cuerpo del depósito, y la segunda capa de recubrimiento está fuera del cuerpo del depósito.

FIG. 1

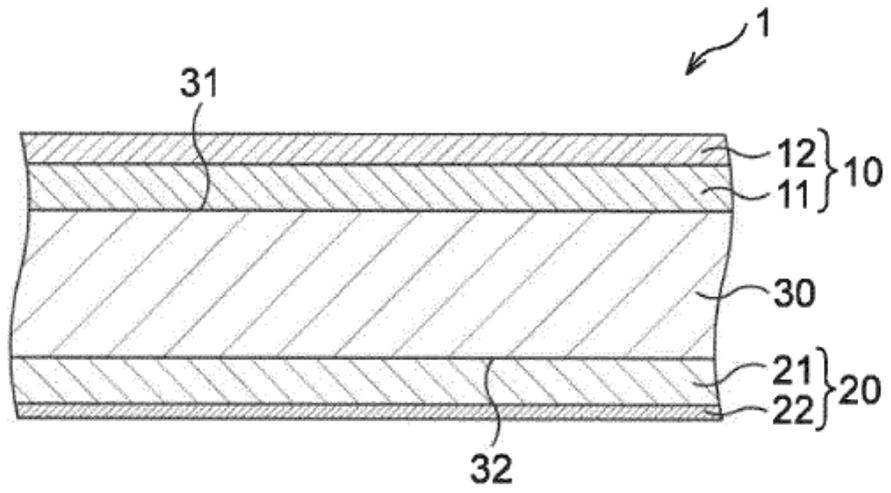


FIG. 2

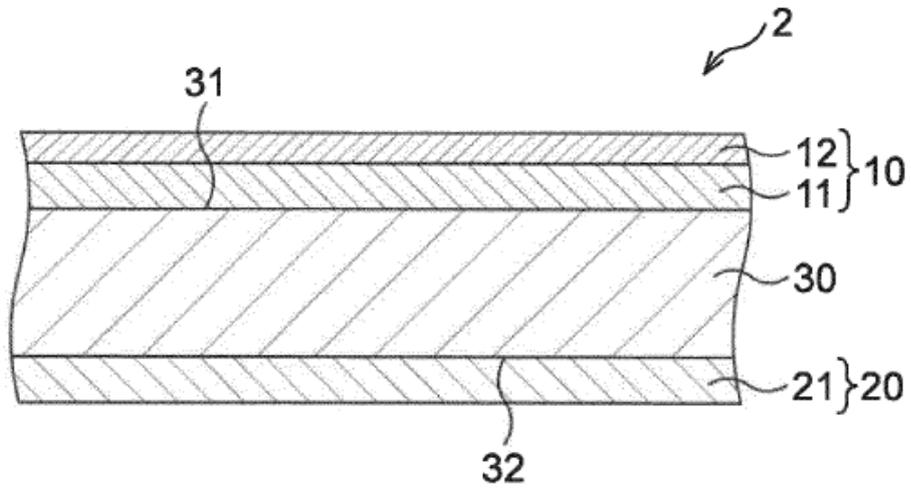


FIG. 3

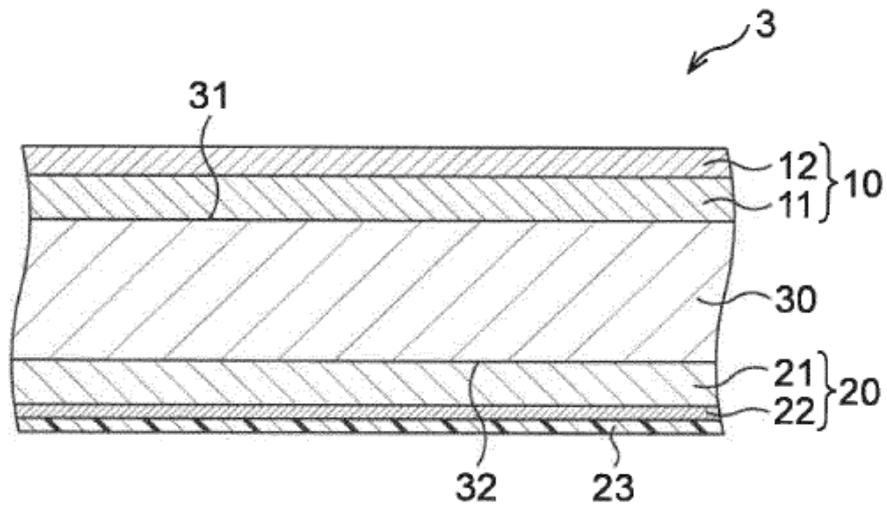


FIG. 4

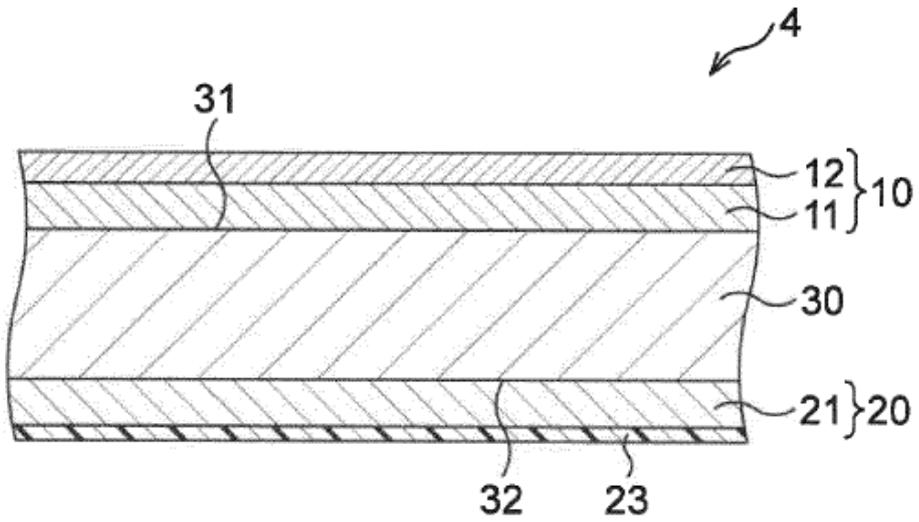


FIG. 5

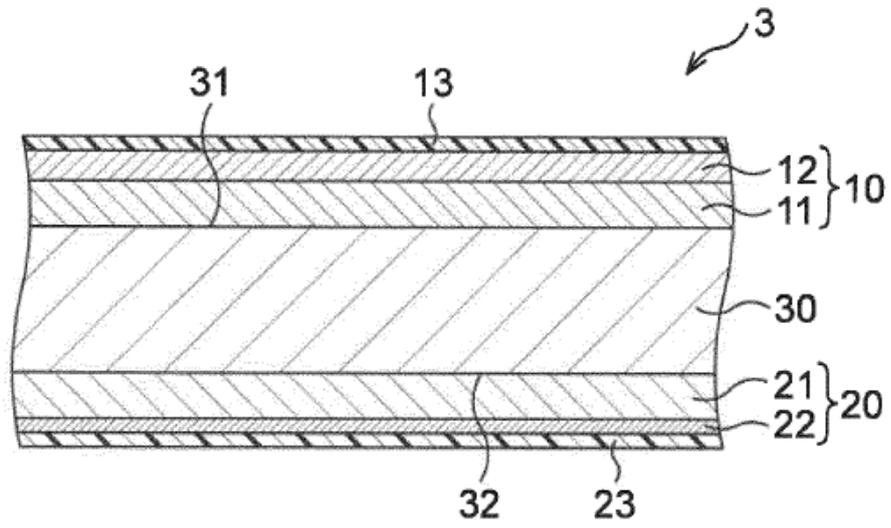


FIG. 6

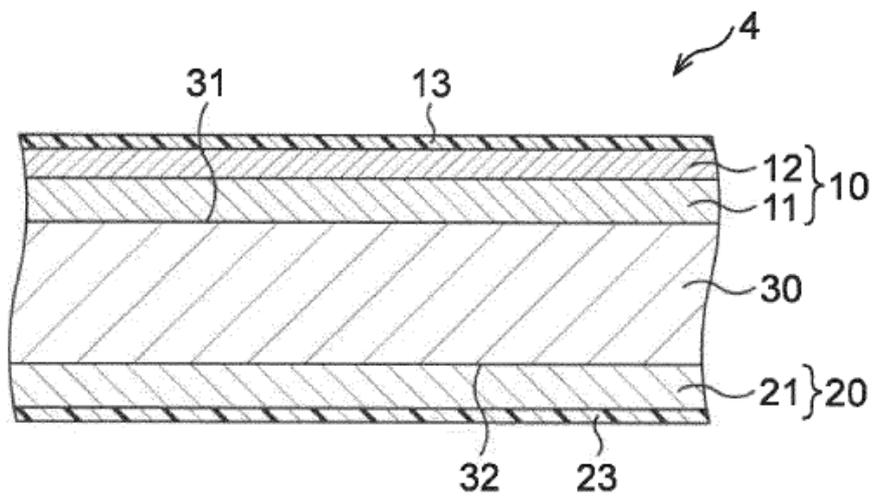


FIG. 7

