

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 513**

51 Int. Cl.:

C23C 28/00	(2006.01)	C22C 21/02	(2006.01)
B21D 22/02	(2006.01)	C22C 38/02	(2006.01)
B21D 53/88	(2006.01)	C22C 38/04	(2006.01)
B32B 15/01	(2006.01)	C22C 38/06	(2006.01)
B62D 29/00	(2006.01)	C22C 38/14	(2006.01)
C23C 2/12	(2006.01)	C22C 38/00	(2006.01)
C23C 2/26	(2006.01)	B21D 35/00	(2006.01)
C23C 2/28	(2006.01)		
C23C 24/08	(2006.01)		
C22C 21/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2013 PCT/JP2013/061206**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2013 WO13157522**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2013 E 13777775 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2840167**

54 Título: **Plancha de acero chapada en AI, método de estampado en caliente de la plancha de acero chapada en AI**

30 Prioridad:

18.04.2012 JP 2012095014
25.04.2012 JP 2012100266

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.11.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

MAKI JUN;
KUROSAKI MASAO;
KUSUMI KAZUHISA y
YAMANAKA SHINTARO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 689 513 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

Plancha de acero chapada en Al, método de estampado en caliente de la plancha de acero chapada en Al

Campo técnico de la invención

5 La presente invención versa sobre una plancha de acero chapada en Al, sobre un método de estampado en caliente de una plancha de acero chapada en Al, y sobre una pieza de automóvil.

Se reivindica prioridad con respecto a la solicitud de patente japonesa nº 2012-095014, presentada el 18 de abril de 2012, y a la solicitud de patente japonesa nº 2012-100266, presentada el 25 de abril de 2012, cuyos contenidos se incorporan al presente documento por referencia.

Técnica relacionada

10 En años recientes, ha habido crecientes demandas de recortes en el consumo de combustibles químicos para proteger el entorno y evitar el calentamiento global, y estas demandas han tenido efectos diversos en la industria manufacturera. Por ejemplo, ni siquiera se exceptúa al automóvil, medio indispensable de transporte en la vida y las actividades cotidianas, y se requieren una mayor eficiencia energética y similares a través de una reducción en el peso de la carrocería del vehículo y otros medios. Sin embargo, en el caso de los automóviles, la mera consecución de una
15 reducción en el peso de la carrocería del vehículo no es aceptable desde el punto de vista de la calidad del producto, y también debe garantizarse una seguridad adecuada.

Los componentes de un automóvil están formados en gran parte de acero, en particular de plancha de acero, y reducir el peso de la plancha de acero es importante para la reducción del peso de la carrocería del vehículo. Sin embargo, según se acaba de señalar, la mera reducción del peso de la plancha de acero no es aceptable, dado que debe
20 garantizarse la resistencia mecánica de la plancha de acero. Tales demandas para la plancha de acero no están limitadas a la industria de fabricación de automóviles, sino que también se aplican de forma similar a otras industrias manufactureras diversas.

Por lo tanto, se ha llevado a cabo investigación y desarrollo con respecto a la plancha de acero que, al mejorar la resistencia mecánica de la plancha de acero, es capaz de mantener o aumentar la resistencia mecánica incluso cuando
25 se la hace más delgada que la plancha de acero usada hasta ahora.

Generalmente, un material que tiene alta resistencia mecánica tiende a deteriorarse en su capacidad de fijación, en su flexión y en otras conformaciones, por lo que su propia maleabilidad se vuelve difícil en caso de que se le dé una forma complicada. Un medio disponible para superar este problema de maleabilidad es lo que se denomina "método de prensado en caliente" (también denominado método de estampación en caliente, método de prensa caliente,
30 método de temple en troquel o endurecimiento por presión).

En el método de estampación en caliente, el material que ha de formarse es calentado una vez a alta temperatura, ablandado, prensado y luego enfriado. Dado que el método de estampación en caliente ablanda el material calentando el acero una vez a alta temperatura, el material puede ser prensado con facilidad, a la vez que, además, se puede
35 aumentar la resistencia mecánica del material mediante el templeado a través del enfriamiento tras darle forma. Por lo tanto, el método de estampación en caliente hace posible obtener un producto conformado que, simultáneamente, logra alta resistencia mecánica y una capacidad satisfactoria de fijación.

Sin embargo, cuando el método de estampación en caliente es aplicado a una plancha de acero, el calentamiento a una temperatura elevada de, por ejemplo, 800°C o mayor oxida el hierro y similares en la superficie, produciendo con ello cascarilla (óxido). En consecuencia, se requiere, por lo tanto, un proceso de eliminación de la cascarilla (proceso de descascarillado) después de realizar la estampación en caliente, lo que disminuye la productividad. Además, en el
40 caso de un miembro que requiera resistencia a la corrosión, es necesario proteger contra la corrosión o revestir con metal la superficie del miembro después de trabajarlo, lo que hace que sea necesario un proceso de limpieza de superficies y de tratamiento de superficies, y también disminuye la productividad.

Como método de supresión de tal disminución de la productividad, se usa un método para proporcionar un recubrimiento en la plancha de acero con antelación. En general, se usan diversos materiales, tales como materiales orgánicos y materiales inorgánicos, como material para recubrir la plancha de acero. Entre los materiales, una plancha de acero con un recubrimiento a base de cinc (Zn) que proporciona a la plancha de acero un efecto de protección sacrificial es usada de forma generalizada para planchas de acero en la industria del automóvil y similares, desde los
45 puntos de vista de rendimiento anticorrosión y de tecnología de producción de planchas de acero.

Sin embargo, una temperatura de calentamiento (700°C a 1000°C) en la estampación en caliente es mayor que las temperaturas de descomposición de los materiales orgánicos o que las temperaturas de fusión de materiales metálicos tales como un material a base de Zn, y una capa de chapado de la superficie se funde y evapora durante el calentamiento. Así, las propiedades de la superficie se deterioran de manera significativa en algunos casos.

En consecuencia, como plancha de acero que es estampada en caliente, es deseable usar, por ejemplo, una plancha

de acero que tenga un recubrimiento metálico a base de aluminio (Al), que tiene una temperatura de fusión mayor que la de un recubrimiento de material orgánico o la de un recubrimiento metálico a base de Zn, es decir, lo que se denomina plancha de acero chapada en Al.

5 Un recubrimiento metálico a base de Al de la plancha de acero impide que se genere cascarilla en la superficie de la plancha de acero y mejora la productividad, al hacer innecesarios el descascarillado u otro proceso de ese tipo. Además, un recubrimiento metálico a base de Al tiene un efecto de resistencia a la corrosión y, así, se mejora la resistencia a la corrosión después del pintado.

10 El Documento de Patente 1 describe un método que realiza la estampación en caliente usando una plancha de acero chapada en Al, obtenida recubriendo una plancha de acero que tiene una composición predeterminada de componentes con un recubrimiento metálico a base de Al.

15 Sin embargo, cuando la plancha de acero está recubierta con un metal a base de Al, dependiendo de las condiciones de calentamiento antes de la estampación en caliente, el recubrimiento metálico a base de Al se funde, y se convierte en un compuesto de Al-Fe por la combinación del hierro (Fe) que se difunde de la plancha de acero y del aluminio, y el compuesto de Al-Fe (también denominado, en lo sucesivo, "capa de aleación de Al-Fe") se lamina sobre la superficie de la plancha de acero en algunos casos. Dado que la capa de aleación de Al-Fe es dura, la capa de aleación de Al-Fe es puesta en contacto con un troquel y, así, en algunos casos, pueden generarse arañazos de procesamiento en la superficie de la plancha de acero durante el prensado.

20 La superficie de la capa de aleación de Al-Fe es, por naturaleza, relativamente resistente al deslizamiento y deficiente en lubricidad. Además, la capa de aleación de Al-Fe es dura y, así, relativamente susceptible al agrietamiento, por lo que su maleabilidad puede disminuir debido al agrietamiento, la pulverización y similares de la capa chapada. Además, cuando el polvo de la aleación de Al-Fe exfoliado de la capa de aleación de Al-Fe se adhiere al troquel, se degrada la calidad de producto formado por estampación. Además, cuando la superficie de la capa de aleación de Al-Fe está muy arañada y el polvo de la aleación de Al-Fe se adhiere al troquel, la calidad del producto formado por estampación se degrada.

25 Por lo tanto, es necesario eliminar el polvo de la aleación de Al-Fe que se adhiere al troquel durante la reparación, lo que disminuye la productividad e incrementa los costes.

30 Además, dado que el compuesto de Al-Fe tiene baja reactividad en el tratamiento con fosfato, no se forma un recubrimiento (un recubrimiento de fosfato) en la conversión química, que es un pretratamiento de recubrimiento por electrodeposición. La capa de aleación de Al-Fe tiene una adhesión satisfactoria del recubrimiento incluso sin formación del recubrimiento de conversión química, y, siempre que la cantidad de deposición de la capa de aleación de Al-Fe sea suficiente, la resistencia a la corrosión posterior al pintado también llega a ser satisfactoria. Sin embargo, cuando se aumenta la cantidad de deposición de la capa de aleación de Al-Fe, se produce la adhesión al troquel mencionada anteriormente.

35 Según se ha descrito en lo que antecede, la adhesión al troquel es a veces causada por la exfoliación de la capa de aleación de Al-Fe, arañazos superficiales de la capa de aleación de Al-Fe y similares. Aunque mejore esta adhesión al troquel (adhesión por arañazos) al mejorar la lubricidad del recubrimiento superficial, la anterior adhesión al troquel (adhesión de exfoliación) mejora ligeramente en términos relativos. La manera más eficaz de mejorar la anterior adhesión al troquel es la reducción de la cantidad de deposición de la capa de aleación de Al-Fe. Sin embargo, cuando se reduce la cantidad de deposición de la capa de aleación de Al-Fe, se deteriora la resistencia a la corrosión.

40 En cambio, en el Documento de Patente 2, con el objetivo de prevenir los arañazos por procesamiento, se da a conocer que una plancha de acero que tiene una composición predeterminada de componentes es recubierta con un recubrimiento metálico a base de Al, y que, además, se forma sobre el recubrimiento metálico a base de Al, un recubrimiento de compuestos inorgánicos, que incluye al menos uno de silicio (Si), circonio (Zr), titanio (Ti) y fósforo (P), un recubrimiento de compuestos orgánicos o un recubrimiento de compuestos complejos de los mismos.

45 Con la plancha de acero sobre la que se forma tal recubrimiento superficial, el recubrimiento superficial permanece durante la estampación después del calentamiento, para que pueda prevenirse la formación de arañazos de procesamiento durante la estampación. En el Documento de Patente 2, se da a conocer que, dado que el recubrimiento superficial hace de lubricante durante la estampación, mejora la maleabilidad. Sin embargo, en realidad, no puede obtener suficiente lubricidad y se requiere otro lubricante o medio alternativo.

50 En el Documento de Patente 3 se da a conocer un método para solucionar un problema de deterioro superficial por la evaporación de una capa galvanizada en la estampación en caliente de la plancha de acero galvanizada. Específicamente, se forma una capa de óxido de cinc (ZnO) que tiene una temperatura de fusión elevada en la superficie de la capa galvanizada para hacer de capa de barrera para prevenir la evaporación de la capa galvanizada subyacente.

55 Sin embargo, la técnica del Documento de Patente 3 da por sentido una capa galvanizada. La cantidad permisible de Al en la capa galvanizada llega al 0,4%. Sin embargo, es preferible una concentración menor de Al y, en realidad, la técnica es una técnica no esencialmente asuma en el recubrimiento metálico a base de Al. Dado que un problema del

Documento de Patente 3 es la evaporación del Zn de la capa galvanizada, naturalmente, el anterior problema no puede surgir en el caso del recubrimiento metálico a base de Al, que tiene una temperatura de fusión elevada.

5 En el Documento de Patente 4, se da a conocer una técnica de recubrimiento de una superficie de una plancha de acero chapada en Al con un compuesto de tipo Wurtzita para mejorar la lubricidad en caliente y las propiedades de conversión química. Esta técnica es efectiva en la mejora de la lubricidad y también mejora la resistencia a la corrosión posterior al pintado. Sin embargo, para mejorar la lubricidad, la cantidad necesaria de deposición es aproximadamente 2 g/m² en términos de Zn, y para obtener una lubricidad más estable, la cantidad necesaria de deposición del mismo es aproximadamente 3 g/m². Sin embargo, cuando la cantidad de deposición del recubrimiento de 3 g/m² se convierte en el grosor del recubrimiento, el grosor es de aproximadamente 1,5 µm. Con tal grosor del recubrimiento (cuando la cantidad de deposición del recubrimiento es superior a 3 g/m²), la resistencia del recubrimiento aumenta y la soldabilidad por puntos se deteriora. En consecuencia, hay inquietud por el deterioro en la resistencia a una tracción transversal. Por lo tanto, ha habido demandas de una técnica de mejora de la lubricidad con una cantidad de deposición menor del recubrimiento.

15 El Documento de Patente 5 da a conocer una pantalla reflectante que tiene una capa superficial de esmalte vítreo que contiene partículas recubiertas de óxido de titanio y barniz blanco en una superficie exterior de un sustrato metálico, preferentemente con rugosidad (Ra es 2,5 µm o más, o Ra es 1,5 µm o más, y menos de 2,5 µm) y brillo (Gs (45°) es de 15-25%) en la superficie.

Documentos de la técnica anterior

Documentos de Patente

20 [Documento de Patente 1] Solicitud de patente japonesa no examinada, primera solicitud nº 2000-38640

[Documento de Patente 2] Solicitud de patente japonesa no examinada, primera solicitud nº 2004-211151

25 [Documento de Patente 3] Solicitud de patente japonesa no examinada, primera solicitud nº 2003-129209

[Documento de Patente 4] Publicación internacional de PCT nº WO2009/131233

[Documento de Patente 5] Solicitud de patente japonesa no examinada, primera solicitud nº 2002-006399

Divulgación de la invención

30 Problemas planteados

Según se ha descrito anteriormente, se espera que una plancha de acero chapada dotada de un chapado a base de Al que tiene una temperatura de fusión elevada (una plancha de acero chapada en Al) sea usada como plancha de acero para la industria del automóvil que requiere resistencia a la corrosión, y se han hecho diversas sugerencias para su aplicación a la estampación en caliente. Sin embargo, en una plancha de acero convencional chapada en Al, no pudo obtenerse una lubricidad satisfactoria de una capa de aleación de Al-Fe formada en la superficie de la misma. Así, la maleabilidad en prensa fue deficiente durante la estampación en caliente y la plancha de acero no fue aplicada con facilidad a la estampación en caliente dándole una forma complicada.

40 La presente invención se ha realizado en consideración de las circunstancias anteriormente mencionadas, y un objeto de la misma es proporcionar una plancha de acero chapada en Al que tiene una lubricidad más satisfactoria que la convencional, y capaz de mejorar la maleabilidad durante la estampación en caliente y la productividad, un método de estampado en caliente de la plancha de acero chapada en Al, y una pieza de automóvil producida por el método de estampación en caliente.

Medios para resolver el problema

La presente invención es según se describe en las reivindicaciones adjuntas.

45 Efectos de la invención

Según la presente invención, es posible proporcionar una plancha de acero chapada en Al que tiene una lubricidad más satisfactoria que la de la convencional y que es capaz de mejorar la maleabilidad y la productividad durante la estampación en caliente, un método de estampado en caliente de la plancha de acero chapada en Al, y una pieza de automóvil producida por el método de estampación en caliente.

50 Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1A es una vista de la estructura de una capa de una plancha de acero chapada en Al según una primera realización de la presente invención.

La FIG. 1B es una vista de la estructura de una capa de una plancha de acero chapada en Al según una segunda

realización de la presente invención.

La FIG. 2 es una vista externa que muestra un material de refuerzo del pilar central como ejemplo de una pieza de automóvil de la presente invención.

5 La FIG. 3 es una vista que muestra una forma de un aparato para evaluar la lubricidad en caliente de la plancha de acero chapada en Al.

La FIG. 4 es una vista que muestra una relación entre el contenido de óxido de cinc (cantidad de óxido de cinc en términos de Zn) de una capa de recubrimiento superficial y la tasa de exfoliación del recubrimiento.

La FIG. 5 es una vista que muestra una relación entre el contenido de óxido de cinc (cantidad de óxido de cinc en términos de Zn) de una capa de recubrimiento superficial y la lubricidad en caliente (coeficiente de rozamiento).

10 La FIG. 6 es una vista que muestra una relación entre el contenido de óxido de cinc (cantidad de óxido de cinc en términos de Zn) de una capa de recubrimiento superficial y la resistencia de la soldadura por puntos.

Realizaciones de la invención

En lo que sigue se describirá con detalle una realización de la presente invención con referencia a los dibujos.

Primera realización

15 En primer lugar se describirá una primera realización de la presente invención. La FIG. 1A es una vista que muestra la estructura de una capa de una plancha 10 de acero chapada en Al según la primera realización. Según se muestra en la FIG. 1A, la plancha 10 de acero chapada en Al según la primera realización incluye una plancha 11 de acero, una capa 12 de chapado de Al que está formada en una superficie (por ejemplo, una superficie superior) de la plancha 11 de acero, y una capa 13 de recubrimiento superficial que está formada sobre la superficie de la capa 12 de chapado de Al.

20 En la FIG. 1A, se muestra un ejemplo de un caso en el que la capa 12 de chapado de Al y la capa 13 de recubrimiento superficial están formadas en la superficie de la plancha 11 de acero. Sin embargo, la capa 12 de chapado de Al y la capa 13 de recubrimiento superficial pueden estar formadas en ambas superficies de la plancha 11 de acero.

25 La plancha 11 de acero es un sustrato de la plancha 10 de acero chapada en Al y tiene las propiedades mecánicas requeridas (resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, reducción, dureza, valor de impacto, resistencia a la fatiga, resistencia a la fluencia y otras propiedades de esos tipos relacionadas con la deformación mecánica y la fractura). Por ejemplo, la plancha 11 de acero contiene, en masa porcentual, 0,1% a 0,4% de carbono (C), 0,01% a 0,6% de silicio (Si), 0,5% a 3% de manganeso (Mn), 0,01% a 0,1% de titanio (Ti), 0,0001% a 0,1% de boro (B), y un resto consistente en hierro (Fe) e impurezas inevitables.

30 En lo que sigue se describirá el papel de cada uno de los elementos recién mencionados contenidos en la plancha 11 de acero. En la siguiente descripción, “%” se refiere a masa porcentual.

35 El carbono es un elemento para garantizar la resistencia mecánica de la plancha 11 de acero. Cuando el contenido de carbono en la plancha 11 de acero es inferior al 0,1%, no puede obtenerse suficiente resistencia mecánica. Por otra parte, cuando el contenido de carbono en la plancha 11 de acero es más del 0,4%, la dureza (resistencia mecánica) de la plancha 11 de acero aumenta, pero se generan fácilmente grietas de fusión en la plancha 11 de acero. En consecuencia, es deseable que el contenido de carbono en la plancha 11 de acero esté entre 0,1% y 0,4%.

40 El silicio es un elemento para garantizar la resistencia mecánica de la plancha 11 de acero similar al carbono. Cuando el contenido de silicio en la plancha 11 de acero es inferior al 0,01%, no puede mostrar un efecto de mejora de la resistencia ni puede obtenerse resistencia mecánica suficiente. Por otra parte, el silicio también es un elemento fácilmente oxidable y, así, cuando el contenido de silicio en la plancha 11 de acero es más del 0,6%, la humectabilidad se deteriora durante el chapado por inmersión en caliente de la plancha 11 de acero y se produce un deschapado. En consecuencia, es deseable que el contenido de silicio en la plancha 11 de acero esté entre 0,01% y 0,6%.

45 El manganeso es un elemento para aumentar la templabilidad de la plancha 11 de acero para aumentar la resistencia de la plancha 11 de acero. Además, el manganeso se combina con el azufre (S), que es una impureza inevitable en la plancha 11 de acero, formando sulfuro de manganeso (MnS), e impide la fragilización en caliente de la plancha 11 de acero por el azufre. Cuando el contenido de manganeso en la plancha 11 de acero es inferior al 0,5%, no se muestra el efecto de la adición. Por otra parte, cuando el contenido de manganeso en la plancha 11 de acero es más del 3%, aumenta la fase residual en la plancha 11 de acero y disminuye la resistencia. En consecuencia, es deseable que el contenido de manganeso en la plancha 11 de acero esté entre 0,5% y 3%.

50 El titanio es un elemento de potenciación de la resistencia y también un elemento de potenciación de la resistencia térmica de la capa 12 de chapado de Al. Cuando contenido de titanio en la plancha 11 de acero es inferior al 0,01%, no puede obtenerse un efecto de mejora de la resistencia ni un efecto de aumento de la resistencia térmica. Por otra parte, cuando el contenido de titanio en la plancha 11 de acero es más del 0,1%, se forman, por ejemplo, carburos y

nitruros y es probable que la plancha 11 de acero se ablande. Así, no puede obtenerse la resistencia mecánica deseada. En consecuencia, es deseable que el contenido de titanio en la plancha 11 de acero esté entre 0,01% y 0,1%.

5 El boro es un elemento para aumentar la templabilidad de la plancha 11 de acero para mejorar la resistencia de la plancha 11 de acero. Cuando el contenido de boro en la plancha 11 de acero es inferior al 0,0001%, no puede mostrarse un efecto de mejora de la resistencia. Por otro lado, cuando el contenido de boro en la plancha 11 de acero es más del 0,1%, la resistencia a la fatiga de la plancha 11 de acero disminuye debido a la formación de inclusiones. En consecuencia, es deseable que el contenido de boro en la plancha 11 de acero esté entre 0,0001% y 0,1%.

10 La plancha 11 de acero puede contener impurezas inevitables mezcladas en otros procesos de producción en un intervalo que no perjudica a la resistencia mecánica de la plancha 11 de acero.

15 En la plancha 11 de acero que tiene la anterior composición de componentes, la resistencia mecánica aumenta hasta aproximadamente 1500 MPa o más mediante templado en el método de estampación en caliente. En el método de estampación en caliente, dado que la plancha 11 de acero es formada por estampación en un estado en el que la plancha de acero está ablandada, la estampación es fácil. Además, cuando la plancha 11 de acero se hace delgada para reducir el peso, se mantiene la resistencia mecánica elevada.

La capa 12 de chapado de Al se forma en una superficie (por ejemplo, una superficie superior) de la plancha 11 de acero y contiene al menos un 85% o más de aluminio (Al) en masa porcentual. Por ejemplo, es deseable que la capa 12 de chapado de Al se forme mediante un método de chapado por inmersión en caliente. Sin embargo, el método de formación de la misma no está limitado al método de chapado por inmersión en caliente.

20 Según se ha descrito anteriormente, la capa 12 de chapado de Al contiene, preferentemente, 85% o más de aluminio y puede contener componentes distintos del aluminio. Los componentes distintos del aluminio no están limitados en particular, pero el silicio está incluido por las siguientes razones.

25 El silicio es un elemento que tiene una función de suprimir la formación de una capa de aleación de hierro y aluminio (denominada en lo sucesivo capa de aleación de Fe-Al) durante el chapado por inmersión en caliente de la plancha 11 de acero. Cuando el contenido de silicio de la capa 12 de chapado de Al es inferior al 3%, la capa de aleación de Fe-Al aumenta en grosor durante el chapado por inmersión en caliente de la plancha 11 de acero y, así, se facilita el agrietamiento de la capa chapada durante el proceso, y la resistencia a la corrosión puede deteriorarse. Por otra parte, cuando el contenido de silicio de la capa 12 de chapado de Al es más del 15%, se deterioran la maleabilidad y la resistencia a la corrosión de la capa 12 de chapado de Al. Así, el contenido de silicio de la capa 12 de chapado de Al está entre el 3% y el 15%.

La capa 12 de chapado de Al que tiene la anterior composición de componentes tiene una función de prevención de la corrosión de la plancha 11 de acero y de evitación que se forme cascarilla (óxidos de hierro) en la superficie de la plancha 11 de acero debido al calentamiento antes de la estampación en caliente.

35 En consecuencia, pueden omitirse un proceso de eliminación de la cascarilla, un proceso de limpieza de superficies, un proceso de tratamiento de superficies y similares al formar la capa 12 de chapado de Al sobre la plancha 11 de acero y, así, mejora la productividad de la plancha 10 de acero chapada en Al. Además, la capa 12 de chapado de Al tiene una temperatura de fusión más elevada que la de los recubrimientos hechos de materiales orgánicos y de los recubrimientos hechos de otros materiales metálicos (por ejemplo, un material a base de Zn) y así puede ser procesada a una mayor temperatura durante la estampación en caliente.

40 Parte del aluminio contenido en la capa 12 de chapado de Al es aleado con el hierro de la plancha 11 de acero durante el chapado por inmersión en caliente o la estampación en caliente. En consecuencia, la capa 12 de chapado de Al no es necesariamente formada con una única capa con una composición fija de componentes y puede incluir una capa parcialmente aleada (una capa de aleación).

45 Además, cuando la cantidad de deposición de la capa 12 de chapado de Al con respecto a la plancha 11 de acero es 80 g/m² por superficie, el grosor de la capa 12 de chapado de Al por superficie es aproximadamente 15 µm.

50 La capa 13 de recubrimiento superficial está laminada sobre la superficie de la capa 12 de chapado de Al y contiene al menos óxido de cinc (ZnO). Por ejemplo, la capa 13 de recubrimiento superficial se forma aplicando una solución en la que un recubridor por rodillo o similar suspende partículas finas de óxido de cinc en la superficie de la capa 12 de chapado de Al. La capa 13 de recubrimiento superficial tiene un efecto de mejora de la lubricidad durante la estampación en caliente de la plancha 10 de acero chapada en Al y de la reactividad con una solución de conversión química.

55 La capa 13 de recubrimiento superficial contiene, además, uno o más compuestos de potenciación de la lubricidad, además del óxido de cinc mencionado anteriormente. El compuesto de potenciación de la lubricidad usado en la primera realización es un compuesto que incluye uno o más elementos de metales de transición (elementos pertenecientes del tercer grupo al undécimo grupo de la tabla periódica).

Además, el elemento de los metales de transición anteriormente mencionado es uno cualquiera o más de titanio (Ti), manganeso (Mn), níquel (Ni), cobre (Cu) y circonio (Zr).

En particular, un compuesto que incluya uno cualquiera o más de níquel, titanio, circonio, manganeso y cobre tiene un notable efecto de mejora de la lubricidad.

5 Aunque la razón de por qué el compuesto del elemento anteriormente mencionado de los metales de transición contribuye a la mejora de la lubricidad durante la estampación en caliente no está clara, se considera que el efecto de mejora de la lubricidad no puede ser obtenido únicamente con el compuesto del elemento anteriormente mencionado de los metales de transición y, así, la lubricidad mejora debido al efecto conjunto o por un efecto sinérgico con el óxido de cinc.

10 Aunque el óxido de cinc tiene esencialmente el efecto anteriormente mencionado de potenciación de la lubricidad, con la adición del compuesto del elemento de los metales de transición, el óxido de cinc y el compuesto del elemento anteriormente mencionado de metales de transición reaccionan entre sí durante la estampación en caliente, formando un óxido compuesto. En consecuencia, se da por sentado que la lubricidad mejora.

15 Por ejemplo, la capa 13 de recubrimiento superficial que contiene óxido de cinc y el compuesto del elemento anteriormente mencionado de metales de transición (compuesto de potenciación de la lubricidad) es formada en la superficie de la capa 12 de chapado de Al aplicando a la superficie de la capa de chapado de Al un recubrimiento que contiene óxido de cinc y el compuesto de potenciación de la lubricidad, y cociendo y secando el recubrimiento después de la aplicación del recubrimiento.

20 Como método de aplicación del óxido de cinc y del compuesto de potenciación de la lubricidad pueden usarse, por ejemplo, un método de formación de un recubrimiento mezclando una suspensión que contiene óxido de cinc y el compuesto de potenciación de la lubricidad que contiene el elemento de metales de transición con un aglutinante orgánico, y aplicar el recubrimiento a la superficie de la capa 12 de chapado de Al, y un método de aplicación por recubrimiento en polvo.

25 Como compuesto de potenciación de la lubricidad que contiene el elemento anteriormente mencionado de metales de transición, se usa sulfato de níquel, sulfato de manganeso, fluoruro de titanio, nitrito de circonio o sulfato de cobre. Como aglutinante orgánico, se usan preferentemente, por ejemplo, resinas de poliuretano, resinas de poliéster, resinas acrílicas, agentes de acoplamiento de silano, o similares.

30 El compuesto de potenciación de la lubricidad y el aglutinante orgánico anteriormente mencionados son, preferentemente, acuosos para ser mezclados, respectivamente, con la suspensión que contiene óxido de cinc. De esta manera, el recubrimiento obtenido mezclando la suspensión que contiene óxido de cinc y el compuesto de potenciación de la lubricidad y el aglutinante orgánico es aplicado a la superficie 12 de la plancha de acero chapada en Al.

35 El tamaño de las partículas de óxido de cinc no está limitado en particular, y es deseable que el diámetro de las mismas esté entre 50 nm y 1000 nm. El tamaño de las partículas de óxido de cinc es un tamaño de partícula después de que se lleva a cabo el tratamiento térmico. Específicamente, el tamaño de partículas de óxido de cinc se determina observando el óxido de cinc con un SEM o similar después de que el óxido de cinc es mantenido en un horno a 900°C de 5 minutos a 6 minutos y se enfría rápidamente con un troquel.

40 En la capa 13 de recubrimiento superficial, la cantidad del compuesto de potenciación de la lubricidad que contiene el elemento de metales de transición está entre el 1% y el 40% con respecto a la cantidad total de óxido de cinc en proporción de masas. Cuando la cantidad del compuesto de potenciación de la lubricidad es inferior al 1%, no puede obtenerse un efecto suficiente de mejora de la lubricidad durante la estampación en caliente. Por otra parte, cuando la cantidad del compuesto de potenciación de la lubricidad es más del 40%, la adhesión de la capa 13 de recubrimiento superficial se deteriora después del calentamiento.

45 Es deseable que la cantidad del aglutinante orgánico (compuesto orgánico), tal como un componente resinoso o un agente de acoplamiento de silano en la capa 13 de recubrimiento superficial esté entre el 5% y el 30% con respecto a la cantidad total de óxido de cinc en proporción de masas. Cuando la cantidad del aglutinante orgánico es inferior al 5%, no se puede obtener un efecto aglutinante suficiente y el recubrimiento antes del calentamiento es exfoliado con facilidad. Para obtener de manera estable el efecto aglutinante, la cantidad del aglutinante orgánico es, preferentemente, un 10% o más con respecto a la cantidad total de óxido de cinc en proporción de masas. Cuando la cantidad del aglutinante orgánico es más del 30%, la emisión de olores se vuelve significativa durante el calentamiento y, así, una cantidad de más del 30% no es preferible.

50 Los presentes inventores han confirmado que la capa 13 de recubrimiento superficial según la realización tiene mayor lubricidad que un recubrimiento de compuestos inorgánicos que contiene al menos uno de silicio, circonio, titanio y fósforo, descrito en el Documento de Patente 2, un recubrimiento de compuestos orgánicos, o un recubrimiento complejo de compuestos de los mismos. Así, según la plancha 10 de acero chapada en Al de la realización, puede lograrse una lubricidad más satisfactoria que la de la convencional y puede realizarse una mejora de maleabilidad y productividad durante la estampación en caliente.

La capa 13 de recubrimiento superficial contiene de 0,3 g/m² a 7 g/m² de óxido de cinc en términos de cinc.

La FIG. 4 es una vista que muestra una relación entre la cantidad de óxido de cinc (cantidad de óxido de cinc en términos de cinc) de una capa 13 de recubrimiento superficial y la tasa de exfoliación del recubrimiento. La tasa de exfoliación del recubrimiento es un valor obtenido dividiendo la cantidad de cinc exfoliada de la capa 13 de recubrimiento superficial por una prueba de rayado por la cantidad de cinc contenida en la capa 13 de recubrimiento superficial antes del ensayo de rayado, y es usada como índice de evaluación de la lubricidad.

Según se muestra en la FIG. 4, cuando la cantidad de óxido de cinc en la capa 13 de recubrimiento superficial está entre 0,3 g/m² y 7 g/m², la tasa de exfoliación del recubrimiento es 15% o menor, y la lubricidad de la capa 13 de recubrimiento superficial es satisfactoria. Cuando la cantidad del óxido de cinc en la capa 13 de recubrimiento superficial es más de 7 g/m², aumenta el grosor de la capa 13 de recubrimiento superficial y la tasa de exfoliación del recubrimiento aumenta rápidamente. Así, la soldabilidad y la adhesión del recubrimiento se deterioran.

En consecuencia, la cantidad de óxido de cinc de la capa 13 de recubrimiento superficial en una superficie de la plancha 11 de acero está entre 0,3 g/m² y 7 g/m² en términos de cinc. Además, es deseable que la cantidad de óxido de cinc en la capa 13 de recubrimiento superficial esté entre 0,5 g/m² y 2 g/m², y, además de la lubricidad, la soldabilidad y la adhesión del recubrimiento se vuelven más satisfactorias durante la estampación en caliente.

Como método de cocción y secado del recubrimiento que contiene óxido de cinc, el compuesto de potenciación de la lubricidad y el aglutinante orgánico después de la aplicación del recubrimiento, pueden usarse, por ejemplo, un método que usa un horno de aire caliente, un horno de recalentar por inducción, un horno en el infrarrojo cercano o similar, o un método en el que se combinen estos hornos. Dependiendo del tipo del aglutinante orgánico, en lugar de la cocción y el secado después de la aplicación del recubrimiento, puede adoptarse un método de curado que usa rayos ultravioleta o haces de electrones. El método de formación de la capa 13 de recubrimiento superficial no está limitado al método anterior, y pueden adoptarse diversos métodos de formación del recubrimiento.

Cuando no se usa aglutinante orgánico, la capa 13 de recubrimiento superficial tiene una adhesión con la capa 12 de chapado de Al ligeramente baja antes del calentamiento y es ligeramente exfoliada cuando es frotada con gran fuerza. De esta manera, dado que la capa 13 de recubrimiento superficial de la plancha 10 de acero chapada en Al presenta una lubricidad satisfactoria durante la estampación en caliente, la maleabilidad de la plancha 10 de acero chapada en Al mejora durante la estampación en caliente y también mejora la resistencia a la corrosión de la plancha 10 de acero chapada en Al después de la estampación en caliente.

Además, la capa 13 de recubrimiento superficial de la plancha 10 de acero chapada en Al tiene un efecto de supresión de la adhesión de la plancha 10 de acero chapada en Al a un troquel. Si la capa 12 de chapado de Al tiene polvo, la capa 13 de recubrimiento superficial que contiene óxido de cinc en la superficie impide la adhesión del polvo (polvo de Al-Fe o similar) al siguiente troquel. Así, no se requiere un proceso de eliminación de polvo de la aleación de Al-Fe que se adhiera al troquel y, así, mejora la productividad.

La capa 13 de recubrimiento superficial hace de recubrimiento protector para impedir que se generen arañazos de la plancha 11 de acero y/o de la capa 12 de chapado de Al o similares durante la estampación en caliente, y así mejora adicionalmente la maleabilidad de la plancha 10 de acero chapada en Al. Además, la capa 13 de recubrimiento superficial tiene un efecto de supresión del deterioro en la soldabilidad por puntos de la plancha 10 de acero chapada en Al y en la adhesión del recubrimiento o similares. Al formar el recubrimiento de conversión química sobre la plancha 10 de acero chapada en Al, mejora significativamente la resistencia a la corrosión, posterior a la pintura, de la plancha 10 de acero chapada en Al, y así puede reducirse la cantidad de deposición de la capa 13 de recubrimiento superficial. En consecuencia, cuando la plancha 10 de acero chapada en Al es estampada con rapidez, se suprime la adhesión al troquel del polvo de la aleación de Al-Fe exfoliado de la plancha 10 de acero chapada en Al y la productividad mejora adicionalmente.

Cuando la cantidad de deposición de la capa 13 de recubrimiento superficial con respecto a la plancha 11 de acero (capa 12 de chapado de Al) es 1 g/m² en términos de Zn, el grosor de la capa 13 de recubrimiento superficial es de aproximadamente 0,5 μm.

La plancha 10 de acero chapada en Al de la realización puede ser procesada y formada por diversos métodos, pero es adecuada para ser formada por un método de estampado en caliente. En lo que sigue se describirá un método de estampado en caliente de la plancha 10 de acero chapada en Al en la realización.

En el método de estampado en caliente de la plancha 10 de acero chapada en Al, en primer lugar, se corta la plancha 10 de acero chapada en Al y luego se la calienta y ablanda. Se da la forma deseada a la plancha ablandada 10 de acero chapada en Al mediante estampación y, a continuación, se la enfría. Dado que la plancha 10 de acero chapada en Al es ablandada una vez, la siguiente conformación por estampación puede realizarse con facilidad. Acto seguido, la plancha 10 de acero chapada en Al se temple mediante calentamiento y enfriamiento para obtener una plancha de acero que tiene alta resistencia mecánica de 1500 MPa o más.

Como método de calentamiento en el método de estampado en caliente, pueden adoptarse métodos típicos de calentamiento que usen un horno eléctrico, un horno de tubos radiantes, rayos infrarrojos o similares. Cuando la

5 plancha 10 de acero chapada en Al es calentada hasta la temperatura de fusión del aluminio o superior, la capa 12 de chapado de Al se funde y el aluminio y el hierro se difunden entre sí, formando una capa de aleación de aluminio y hierro (capa de aleación de Al-Fe) o una capa de aleación de aluminio, hierro y silicio (capa de aleación de Al-Fe-Si). Tanto la capa de aleación de Al-Fe como capa de aleación de Al-Fe-Si tienen, respectivamente, una temperatura de fusión elevada y la temperatura de fusión es aproximadamente 1150°C.

10 En la plancha 10 de acero chapada en Al, hay presentes múltiples compuestos que forman la capa de aleación de Al-Fe y la capa de aleación de Al-Fe-Si. Sin embargo, estos compuestos cambian a compuestos que tienen concentración de hierro elevada al calentar estos compuestos a alta temperatura o calentar estos compuestos durante un periodo largo de tiempo. Idealmente, un producto final de la plancha 10 de acero chapada en Al tiene un estado superficial en el que la aleación se extiende a la superficie y la concentración de hierro en la capa de aleación no es elevada.

15 Cuando queda aluminio que no está aleado, solo una porción en la que queda aluminio es corroída rápidamente y, así, se forman vesículas con facilidad en el recubrimiento después de pintarlo. Por el contrario, incluso cuando la concentración de hierro se hace excesivamente elevada en la capa de aleación de Al-Fe, se deteriora la resistencia a la corrosión de la propia capa de aleación de Al-Fe, y se forman vesículas con facilidad en el recubrimiento después de pintarla. La razón es que la resistencia a la corrosión de la capa de aleación de Al-Fe depende de la concentración de aluminio en la capa de aleación.

20 Por lo tanto, existe un estado de aleación que es preferible para garantizar la resistencia a la corrosión posterior al pintado, y el estado de aleación se determina por la cantidad de deposición del chapado y la condición de calentamiento.

25 En el método de estampado en caliente de la realización, la velocidad media de aumento de la temperatura hasta que la temperatura de la plancha 10 de acero chapada en Al sube de 50°C a una temperatura 10°C por debajo de la temperatura tope máxima puede establecerse entre 10°C/seg y 300°C/seg. La productividad de la plancha 10 de acero chapada en Al se ve afectada por la velocidad media de aumento de la temperatura. Sin embargo, una velocidad media general de aumento de la temperatura es aproximadamente 5°C/seg en un caso de calentamiento atmosférico a alta temperatura. Una velocidad media de aumento de la temperatura de 100°C/seg o mayor se puede lograr por calentamiento eléctrico o calentamiento por inducción de alta frecuencia.

30 Cuando se realiza la elevada velocidad media de aumento de la temperatura anteriormente mencionada, la productividad mejora. Además, la velocidad media de aumento de la temperatura afecta a la composición y al grosor de la capa de aleación de Al-Fe y es, así, un factor importante de control de la calidad del producto. En el caso de la plancha 10 de acero chapada en Al de la realización, dado que la velocidad de aumento de la temperatura puede aumentar hasta 300°C/seg, la productividad mejora y la calidad del producto puede ser controlada en un intervalo más amplio.

35 En cuanto al calentamiento anterior a la estampación en caliente, es preciso que el calentamiento se lleve a cabo en la región austenítica en función del principio de estampación en caliente. La temperatura pico (temperatura tope máxima) en el calentamiento está generalmente entre 900°C y 950°C.

La temperatura tope máxima no es inferior a 850°C, ya que por debajo de 850°C no puede obtenerse una dureza suficiente. Además, es preciso que la capa 12 de chapado de Al cambie a una capa de aleación de Al-Fe, y, así, no es adecuada una temperatura inferior a 850°C.

40 Cuando la temperatura de calentamiento es superior a 1000°C, la aleación avanza excesivamente, la concentración de hierro en la capa de aleación de Al-Fe aumenta, causando deterioro en la resistencia a la corrosión posterior al pintado. Aunque no puede decirse nada terminante, la resistencia a la corrosión posterior al pintado depende de la velocidad de aumento de la temperatura y de la cantidad de deposición de la capa 12 de chapado de Al, y, así, un calentamiento a una temperatura de más de 1000°C no resulta deseable en términos de eficiencia económica.

45 Según se ha descrito anteriormente, en la plancha 10 de acero chapada en Al según la primera realización, la capa 13 de recubrimiento superficial que contiene óxido de cinc y el compuesto de potenciación de la lubricidad que incluye el elemento de metales de transición es formada sobre la superficie de la capa 12 de chapado de Al, y, así, puede obtenerse una lubricidad más satisfactoria que la de la convencional, y puede realizarse una mejora de la maleabilidad y de la productividad durante la estampación en caliente.

50 Además, en la plancha 10 de acero chapada en Al según la primera realización, puede realizarse una mejora de las propiedades de conversión química después de la estampación en caliente y de la resistencia a la corrosión posterior al pintado.

55 La razón de por qué mejoran las propiedades de conversión química por la formación de la capa 13 de recubrimiento superficial (mejora la adherencia del recubrimiento de conversión química) no está clara. Sin embargo, la reacción de conversión química avanza con una reacción de ataque por ácido hacia el sustrato que actúa como desencadenante, siendo el óxido de cinc contenido en la capa 13 de recubrimiento superficial un compuesto anfótero que se disuelve en un ácido. En consecuencia, se considera que la razón de por qué mejora las propiedades de conversión química es que el óxido de cinc contenido en la capa 13 de recubrimiento superficial reacciona fácilmente con una solución de

conversión química.

Además, a la plancha 10 de acero chapada en Al según la realización se le puede dar forma de piezas de máquina que tienen formas diversas mediante la aplicación del método de estampado en caliente anteriormente mencionado, y es particularmente adecuado para producir una pieza de automóvil que requiera reducción de peso, alta rigidez y alta resistencia a la corrosión. Ejemplos de la pieza de automóvil incluyen una viga de impacto de puerta, una viga de parachoques y piezas conformadas por estampación, tales como un material de refuerzo de pilar central.

La FIG. 2 es una vista externa que muestra un material de refuerzo del pilar central como ejemplo de una pieza de automóvil. Según se muestra en la FIG. 2, un material 100 de refuerzo del pilar central es una pieza de automóvil creada con una forma verticalmente larga, según se ve en una vista en planta, estando fijado el extremo superior 111 a un carril lateral del techo de un automóvil, y estando fijado el extremo inferior 112 a un umbral de una porción inferior del automóvil. La seguridad de los automóviles en caso de choque puede mejorar formando la plancha 10 de acero chapada en Al de la realización para producir el material 100 de refuerzo del pilar central.

Segunda realización

A continuación, se describirá una segunda realización de la presente invención. La FIG. 1B es una vista que muestra la estructura de una capa de una plancha 20 de acero chapada en Al según la segunda realización. Según se muestra en la FIG. 1B, la plancha 20 de acero chapada en Al según la segunda realización incluye una plancha 21 de acero, una capa 22 de chapado de Al que está formada en una superficie (por ejemplo, una superficie superior) de la plancha 21 de acero, y una capa 23 de recubrimiento superficial que está formada sobre la superficie de la capa 22 de chapado de Al.

En la FIG. 1B, se muestra un caso en el que la capa 22 de chapado de Al y la capa 23 de recubrimiento superficial están formadas en una superficie de la plancha 21 de acero, pero la capa 22 de chapado de Al y la capa 23 de recubrimiento superficial pueden estar formadas en ambas superficies de la plancha 21 de acero.

La plancha 21 de acero es un sustrato de la plancha 20 de acero chapada en Al y tiene las propiedades mecánicas requeridas (resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, reducción, dureza, valor de impacto, resistencia a la fatiga, resistencia a la fluencia y otras propiedades de esos tipos relacionadas con la deformación mecánica y la fractura). Por ejemplo, la plancha 21 de acero contiene, en masa porcentual, 0,1% a 0,4% de carbono (C), 0,01% a 0,6% de silicio (Si), 0,5% a 3% de manganeso (Mn), 0,01% a 0,1% de titanio (Ti), 0,0001% a 0,1% de boro (B), y un resto consistente en hierro (Fe) e impurezas inevitables.

En lo que sigue se describirá el papel de cada uno de los elementos recién mencionados contenidos en la plancha 21 de acero. En la siguiente descripción, “%” se refiere a masa porcentual.

El carbono es un elemento para garantizar la resistencia mecánica de la plancha 21 de acero. Cuando el contenido de carbono en la plancha 21 de acero es inferior al 0,1%, no puede obtenerse suficiente resistencia mecánica. Por otra parte, cuando el contenido de carbono en la plancha 21 de acero es más del 0,4%, la dureza (resistencia mecánica) de la plancha 21 de acero aumenta, pero se generan fácilmente grietas de fusión en la plancha 21 de acero. En consecuencia, es deseable que el contenido de carbono en la plancha 21 de acero esté entre 0,1% y 0,4%.

El silicio es un elemento para garantizar la resistencia mecánica de la plancha 21 de acero similar al carbono. Cuando el contenido de silicio en la plancha 21 de acero es inferior al 0,01%, no puede mostrar un efecto de mejora de la resistencia ni puede obtenerse resistencia mecánica suficiente. Por otra parte, el silicio también es un elemento fácilmente oxidable y, así, cuando el contenido de silicio en la plancha 21 de acero es más del 0,6%, la humectabilidad se deteriora durante el chapado por inmersión en caliente de la plancha 21 de acero y se produce un deschapado. En consecuencia, es deseable que el contenido de silicio en la plancha 21 de acero esté entre 0,01% y 0,6%.

El manganeso es un elemento para aumentar la templabilidad de la plancha 21 de acero para aumentar la resistencia de la plancha 21 de acero. Además, el manganeso se combina con el azufre (S), que es una impureza inevitable en la plancha 21 de acero, formando sulfuro de manganeso (MnS), e impide la fragilización en caliente de la plancha 21 de acero por el azufre. Cuando el contenido de manganeso en la plancha 21 de acero es inferior al 0,5%, no se muestra el efecto de la adición. Por otra parte, cuando el contenido de manganeso en la plancha 21 de acero es más del 3%, aumenta la fase γ residual en la plancha 21 de acero y disminuye la resistencia. En consecuencia, es deseable que el contenido de manganeso en la plancha 21 de acero esté entre 0,5% y 3%.

El titanio es un elemento de potenciación de la resistencia y también un elemento de potenciación de la resistencia térmica de la capa 22 de chapado de Al. Cuando contenido de titanio en la plancha 21 de acero es inferior al 0,01%, no puede obtenerse un efecto de mejora de la resistencia ni un efecto de aumento de la resistencia a la oxidación. Por otra parte, cuando el contenido de titanio en la plancha 21 de acero es más del 0,1%, se forman, por ejemplo, carburos y nitruros y es probable que la plancha 21 de acero se ablande. Así, no puede obtenerse la resistencia mecánica deseada. En consecuencia, es deseable que el contenido de titanio en la plancha 21 de acero esté entre 0,01% y 0,1%.

El boro es un elemento para aumentar la templabilidad de la plancha 21 de acero para mejorar la resistencia de la

plancha 21 de acero. Cuando el contenido de boro en la plancha 21 de acero es inferior al 0,0001%, no puede mostrarse un efecto de mejora de la resistencia. Por otro lado, cuando el contenido de boro en la plancha 21 de acero es más del 0,1%, la resistencia a la fatiga de la plancha 21 de acero disminuye debido a la formación de inclusiones. En consecuencia, es deseable que el contenido de boro en la plancha 21 de acero esté entre 0,0001% y 0,1%.

- 5 La plancha 21 de acero puede contener impurezas inevitables mezcladas en otros procesos de producción en un intervalo que no perjudica a la resistencia mecánica de la plancha 21 de acero.

10 En la plancha 21 de acero que tiene la anterior composición de componentes, la resistencia mecánica aumenta hasta aproximadamente 1500 MPa o más mediante templado en el método de estampación en caliente. En el método de estampación en caliente, dado que la plancha 21 de acero es formada por estampación en un estado en el que la plancha de acero está ablandada, la estampación es fácil. Además, cuando la plancha 11 de acero se hace delgada para reducir el peso, se mantiene la resistencia mecánica elevada.

15 La capa 22 de chapado de Al se forma en una superficie (por ejemplo, una superficie superior) de la plancha 21 de acero y contiene al menos un 85% o más de aluminio (Al) en masa porcentual. Por ejemplo, es deseable que la capa 22 de chapado de Al se forme mediante un método de chapado por inmersión en caliente. Sin embargo, el método de formación de la misma no está limitado al método de chapado por inmersión en caliente.

Según se ha descrito anteriormente, la capa 22 de chapado de Al contiene, preferentemente, 85% o más de aluminio y puede contener componentes distintos del aluminio. Los componentes distintos del aluminio no están limitados en particular, pero el silicio está incluido por las siguientes razones.

20 El silicio es un elemento que tiene una función de suprimir la formación de una capa de aleación de hierro y aluminio (denominada en lo sucesivo capa de aleación de Fe-Al) durante el chapado por inmersión en caliente de la plancha 21 de acero. Cuando el contenido de silicio de la capa 22 de chapado de Al es inferior al 3%, la capa de aleación de Fe-Al aumenta en grosor durante el chapado por inmersión en caliente de la plancha 21 de acero y, así, se facilita el agrietamiento de la capa chapada durante el proceso, y la resistencia a la corrosión puede deteriorarse. Por otra parte, cuando el contenido de silicio de la capa 22 de chapado de Al es más del 15%, se deterioran la maleabilidad y la resistencia a la corrosión de la capa 22 de chapado de Al. Así, el contenido de silicio de la capa 22 de chapado de Al está entre el 3% y el 15%.

La capa 22 de chapado de Al que tiene la anterior composición de componentes tiene una función de prevención de la corrosión de la plancha 21 de acero y de evitación que se forme cascarilla (óxidos de hierro) en la superficie de la plancha 21 de acero debido al calentamiento antes de la estampación en caliente.

30 En consecuencia, pueden omitirse un proceso de eliminación de la cascarilla, un proceso de limpieza de superficies, un proceso de tratamiento de superficies y similares al formar la capa 22 de chapado de Al sobre la plancha 21 de acero y, así, mejora la productividad de la plancha 20 de acero chapada en Al. Además, la capa 22 de chapado de Al tiene una temperatura de fusión más elevada que la de los recubrimientos hechos de materiales orgánicos y de los recubrimientos hechos de otros materiales metálicos (por ejemplo, un material a base de Zn) y así puede ser procesada a una mayor temperatura durante la estampación en caliente.

35 Parte del aluminio contenido en la capa 22 de chapado de Al es aleado con el hierro de la plancha 21 de acero durante el chapado por inmersión en caliente o la estampación en caliente. En consecuencia, la capa 22 de chapado de Al no es necesariamente formada con una única capa con una composición fija de componentes y puede incluir una capa parcialmente aleada (una capa de aleación).

40 Además, cuando la cantidad de deposición de la capa 22 de chapado de Al con respecto a la plancha 21 de acero es 80 g/m² por superficie, el grosor de la capa 22 de chapado de Al por superficie es aproximadamente 15 μm.

45 La capa 23 de recubrimiento superficial está laminada sobre la superficie de la capa 22 de chapado de Al y contiene al menos óxido de cinc (ZnO). Por ejemplo, la capa 23 de recubrimiento superficial se forma aplicando una solución en la que un recubridor por rodillo o similar suspende partículas finas de óxido de cinc en la superficie de la capa 22 de chapado de Al. La capa 23 de recubrimiento superficial tiene un efecto de mejora de la lubricidad durante la estampación en caliente de la plancha 20 de acero chapada en Al y de la reactividad con una solución de conversión química.

50 La capa 23 de recubrimiento superficial contiene, además, uno o más compuestos de potenciación de la lubricidad, además del óxido de cinc mencionado anteriormente. En la primera realización, se usa como compuesto de potenciación de la lubricidad un compuesto que incluye el elemento de metales de transición. Sin embargo, en la segunda realización, se usa como compuesto de potenciación de la lubricidad un compuesto que incluye uno o más elementos típicos (elementos pertenecientes al primer grupo y al segundo grupo y del duodécimo grupo al decimotercero grupo de la tabla periódica) que tengan un efecto de memoria de la propiedad de aumento de la temperatura (efecto de mejora de la velocidad de aumento de la temperatura) de la plancha 20 de acero chapada en Al durante el calentamiento, además de un efecto de mejora de la lubricidad.

55 En particular, el elemento típico recién mencionado es una cualquiera o más de magnesio (Mg), calcio (Ca), estroncio

(Sr), bario (Ba), fósforo (P), estaño (Sn) y germanio (Ge).

Los compuestos de estos elementos típicos son óxidos y es preferible, por ejemplo, la magnesia o la cal. Se considera que estos compuestos tienen gran emisividad y que absorben calor de manera efectiva en el horno de recalentar. En particular, cuando en el horno de recalentar se usa un cuerpo emisor que emite rayos del infrarrojo lejano, las propiedades de temperatura mejoran significativamente. Se supone que la razón de ello es que el óxido, incluyendo el óxido de cinc, tiene una emisividad elevada con respecto a una longitud de onda de la región infrarroja lejana.

Por ejemplo, la capa 23 de recubrimiento superficial que incluye óxido de cinc y el compuesto del elemento típico anteriormente mencionado (compuesto de potenciación de la lubricidad) es formada sobre la superficie de la capa 22 de chapado de Al aplicando a la superficie de la capa de chapado de Al un recubrimiento que contiene óxido de cinc y el compuesto de potenciación de la lubricidad, y cociendo y secando el recubrimiento después de la aplicación del recubrimiento.

Como método de aplicación del óxido de cinc y del compuesto de potenciación de la lubricidad pueden usarse, por ejemplo, un método de formación de un recubrimiento mezclando una suspensión que contiene óxido de cinc y el compuesto de potenciación de la lubricidad que contiene el elemento metálico típico con un aglutinante orgánico, y aplicar el recubrimiento a la superficie de la capa 22 de chapado de Al, y un método de aplicación por recubrimiento en polvo.

Como compuesto de potenciación de la lubricidad que contiene el elemento típico anteriormente mencionado, se usa preferentemente, por ejemplo, magnesia (MgO), cal (CaO), forsterita (Mg₂SiO₄) o similares. Además, como aglutinante orgánico, se usan preferentemente, por ejemplo, resinas de poliuretano, resinas de poliéster, resinas acrílicas, agentes de acoplamiento de silano, o similares. El compuesto de potenciación de la lubricidad y el aglutinante orgánico anteriormente mencionados son, preferentemente, acuosos para ser mezclados, respectivamente, con la suspensión que contiene óxido de cinc. De esta manera, el recubrimiento obtenido mezclando la suspensión que contiene óxido de cinc y el compuesto de potenciación de la lubricidad y el aglutinante orgánico es aplicado a la superficie 22 de la plancha de acero chapada en Al.

El tamaño de las partículas de óxido de cinc no está limitado en particular, y es deseable que el diámetro de las mismas esté entre 50 nm y 1000 nm. El tamaño de las partículas de óxido de cinc es un tamaño de partícula después de que se lleva a cabo el tratamiento térmico. Específicamente, el tamaño de partículas de óxido de cinc se determina observando el óxido de cinc con un SEM o similar después de que el óxido de cinc es mantenido en un horno a 900°C de 5 minutos a 6 minutos y se enfría rápidamente con un troquel.

El tamaño de partícula del compuesto de potenciación de la lubricidad que incluye el elemento típico en la capa 23 de recubrimiento superficial no está limitado en particular. Sin embargo, es deseable que el tamaño de partícula del mismo sea el mismo que el tamaño de partícula del óxido de cinc.

La cantidad del compuesto de potenciación de la lubricidad que incluye el elemento típico en la capa 23 de recubrimiento superficial está entre el 5% y el 30% con respecto a la cantidad total de óxido de cinc en proporción de masas. Cuando la cantidad del compuesto de potenciación de la lubricidad es inferior al 5%, no puede obtenerse un efecto suficiente de mejora de la propiedad de aumento de la temperatura (efecto de mejora de la velocidad de aumento de la temperatura) en el horno de recalentar. Por otra parte, cuando la cantidad del compuesto de potenciación de la lubricidad es más del 30%, la reactividad con una solución de conversión química se deteriora fácilmente después del calentamiento.

Es deseable que la cantidad del aglutinante orgánico (compuesto orgánico), tal como un componente resinoso o un agente de acoplamiento de silano en la capa 23 de recubrimiento superficial esté entre el 5% y el 30% con respecto a la cantidad total de óxido de cinc en proporción de masas. Cuando la cantidad del aglutinante orgánico es inferior al 5%, no se puede obtener un efecto aglutinante suficiente y el recubrimiento antes del calentamiento es exfoliado con facilidad. Para obtener de manera estable el efecto aglutinante, la cantidad del aglutinante orgánico es, preferentemente, un 10% o más con respecto a la cantidad total de óxido de cinc en proporción de masas. Cuando la cantidad del aglutinante orgánico es más del 30%, la emisión de olores se vuelve significativa durante el calentamiento y, así, una cantidad de más del 30% no es preferible.

Los presentes inventores han confirmado que la capa 23 de recubrimiento superficial según la realización tiene mayor lubricidad que un recubrimiento de compuestos inorgánicos que contiene al menos uno de silicio, circonio, titanio y fósforo, descrito en el Documento de Patente 2, un recubrimiento de compuestos orgánicos, o un recubrimiento complejo de compuestos de los mismos. Así, según la plancha 20 de acero chapada en Al de la realización, puede lograrse una lubricidad más satisfactoria que la de la convencional y puede realizarse una mejora de maleabilidad y productividad durante la estampación en caliente.

La capa 23 de recubrimiento superficial contiene de 0,3 g/m² a 7 g/m² de óxido de cinc en términos de cinc.

Cuando la cantidad de óxido de cinc es 0,3 g/m² o más en la capa 23 de recubrimiento superficial en términos de cinc, se muestra un efecto de mejora de la lubricidad. Por otra parte, cuando la cantidad del óxido de cinc en la capa 23 de recubrimiento superficial es más de 7 g/m² en términos de cinc, aumenta el grosor de la capa 22 de chapado de Al y

de la capa 23 de recubrimiento superficial y, así, la soldabilidad y la adhesión del recubrimiento se deterioran.

En consecuencia, la cantidad de óxido de cinc de la capa 23 de recubrimiento superficial está entre 0,3 g/m² y 7 g/m² en una superficie de la capa 23 de recubrimiento superficial en términos de cinc. Desde el punto de vista de garantizar la lubricidad durante la estampación en caliente y de garantizar, además, una soldabilidad y una adhesión del recubrimiento satisfactorias, resulta particularmente deseable que la cantidad de óxido de cinc en la capa 13 de recubrimiento superficial esté entre 0,5 g/m² y 2 g/m².

Como método de cocción y secado del recubrimiento que contiene óxido de cinc, el compuesto de potenciación de la lubricidad y el aglutinante orgánico después de la aplicación del recubrimiento, pueden usarse, por ejemplo, un método que usa un horno de aire caliente, un horno de recalentar por inducción, un horno en el infrarrojo cercano o similar, o un método en el que se combinen estos hornos. Dependiendo del tipo del aglutinante orgánico, en lugar de la cocción y el secado después de la aplicación del recubrimiento, puede adoptarse un método de curado que usa rayos ultravioleta o haces de electrones. El método de formación de la capa 23 de recubrimiento superficial no está limitado al método anterior, y pueden adoptarse diversos métodos de formación del recubrimiento.

Cuando no se usa aglutinante orgánico, la capa 23 de recubrimiento superficial tiene una adhesión con la capa 22 de chapado de Al ligeramente baja antes del calentamiento y es ligeramente exfoliada cuando es frotada con gran fuerza. De esta manera, dado que la capa 23 de recubrimiento superficial de la plancha 20 de acero chapada en Al presenta una lubricidad satisfactoria durante la estampación en caliente, la maleabilidad de la plancha 20 de acero chapada en Al mejora durante la estampación en caliente y también mejora la resistencia a la corrosión de la plancha 20 de acero chapada en Al después de la estampación en caliente.

Además, la capa 23 de recubrimiento superficial de la plancha 20 de acero chapada en Al tiene un efecto de supresión de la adhesión de la plancha 20 de acero chapada en Al a un troquel. Si la capa 22 de chapado de Al tiene polvo, la capa 23 de recubrimiento superficial que contiene óxido de cinc en la superficie impide la adhesión del polvo (polvo de Al-Fe o similar) al siguiente troquel. Así, no se requiere un proceso de eliminación de polvo de la aleación de Al-Fe que se adhiera al troquel y, así, mejora la productividad.

La capa 23 de recubrimiento superficial hace de recubrimiento protector para impedir que se generen arañazos de la plancha 21 de acero y/o de la capa 22 de chapado de Al o similares durante la estampación en caliente, y así mejora adicionalmente la maleabilidad de la plancha 20 de acero chapada en Al. Además, la capa 23 de recubrimiento superficial tiene un efecto de supresión del deterioro en la soldabilidad por puntos de la plancha 20 de acero chapada en Al y en la adhesión del recubrimiento o similares. Al formar el recubrimiento de conversión química sobre la plancha 20 de acero chapada en Al, mejora significativamente la resistencia a la corrosión, posterior a la pintura, de la plancha 20 de acero chapada en Al, y así puede reducirse la cantidad de deposición de la capa 23 de recubrimiento superficial. En consecuencia, cuando la plancha 12 de acero chapada en Al es estampada con rapidez, se suprime la adhesión al troquel del polvo de la aleación de Al-Fe exfoliado de la plancha 20 de acero chapada en Al y la productividad mejora adicionalmente.

Cuando la cantidad de deposición de la capa 23 de recubrimiento superficial con respecto a la plancha 21 de acero (capa 22 de chapado de Al) es 1 g/m² en términos de Zn, el grosor de la capa 23 de recubrimiento superficial es de aproximadamente 0,5 µm.

La plancha 20 de acero chapada en Al de la realización puede ser procesada y formada por diversos métodos, pero es adecuada para ser formada por un método de estampado en caliente. En lo que sigue se describirá un método de estampado en caliente de la plancha 20 de acero chapada en Al en la realización.

En el método de estampado en caliente de la plancha 20 de acero chapada en Al, en primer lugar, se corta la plancha 20 de acero chapada en Al y luego se la calienta y ablanda. Se da la forma deseada a la plancha ablandada 20 de acero chapada en Al mediante estampación y, a continuación, se la enfría. Dado que la plancha 20 de acero chapada en Al es ablandada una vez, la siguiente conformación por estampación puede realizarse con facilidad. Acto seguido, la plancha 20 de acero chapada en Al se temple mediante calentamiento y enfriamiento para obtener una plancha de acero que tiene alta resistencia mecánica de 1500 MPa o más.

Como método de calentamiento en el método de estampado en caliente, pueden adoptarse métodos típicos de calentamiento que usen un horno eléctrico, un horno de tubos radiantes, rayos infrarrojos o similares. Cuando la plancha 20 de acero chapada en Al es calentada hasta la temperatura de fusión del aluminio o superior, la capa 22 de chapado de Al se funde y el aluminio y el hierro se difunden entre sí, formando una capa de aleación de aluminio y hierro (capa de aleación de Al-Fe) o una capa de aleación de aluminio, hierro y silicio (capa de aleación de Al-Fe-Si). Tanto la capa de aleación de Al-Fe como capa de aleación de Al-Fe-Si tienen, respectivamente, una temperatura de fusión elevada y la temperatura de fusión es aproximadamente 1150°C.

En la plancha 20 de acero chapada en Al, hay presentes múltiples compuestos que forman la capa de aleación de Al-Fe y la capa de aleación de Al-Fe-Si. Sin embargo, estos compuestos cambian a compuestos que tienen concentración de hierro elevada al calentar estos compuestos a alta temperatura o calentar estos compuestos durante un periodo largo de tiempo. Idealmente, un producto final de la plancha 20 de acero chapada en Al tiene un estado superficial en el que la aleación se extiende a la superficie y la concentración de hierro en la capa de aleación no es elevada.

5 Cuando queda aluminio que no está aleado, solo una porción en la que queda aluminio es corroída rápidamente y, así, se forman vesículas con facilidad en el recubrimiento después de pintarlo. Por el contrario, incluso cuando la concentración de hierro se hace excesivamente elevada en la capa de aleación, se deteriora la resistencia a la corrosión de la propia capa de aleación, y se forman vesículas con facilidad en el recubrimiento después de pintarla. La razón es que la resistencia a la corrosión de la capa de aleación depende de la concentración de aluminio en la capa de aleación.

Por lo tanto, existe un estado de aleación que es preferible para garantizar la resistencia a la corrosión posterior al pintado, y el estado de aleación se determina por la cantidad de deposición del chapado y la condición de calentamiento.

10 En el método de estampado en caliente de la realización, la velocidad media de aumento de la temperatura hasta que la temperatura de la plancha 10 de acero chapada en Al sube de 50°C a una temperatura 10°C por debajo de la temperatura tope máxima puede establecerse entre 10°C/seg y 300°C/seg. La productividad de la plancha 20 de acero chapada en Al se ve afectada por la velocidad media de aumento de la temperatura. Sin embargo, una velocidad media general de aumento de la temperatura es aproximadamente 5°C/seg en un caso de calentamiento atmosférico a alta temperatura. Una velocidad media de aumento de la temperatura de 100°C/seg o mayor se puede lograr por calentamiento eléctrico o calentamiento por inducción de alta frecuencia.

20 Cuando se realiza la elevada velocidad media de aumento de la temperatura anteriormente mencionada, la productividad mejora. Además, la velocidad media de aumento de la temperatura afecta a la composición y al grosor de la capa de aleación y es, así, un factor importante de control de la calidad del producto. En el caso de la plancha 20 de acero chapada en Al de la realización, dado que la velocidad de aumento de la temperatura puede aumentar hasta 300°C/seg, la productividad mejora y la calidad del producto puede ser controlada en un intervalo más amplio.

En cuanto al calentamiento anterior a la estampación en caliente, es preciso que el calentamiento se lleve a cabo en la región austenítica en función del principio de estampación en caliente. La temperatura pico (temperatura tope máxima) en el calentamiento está generalmente entre 900°C y 950°C.

25 La temperatura tope máxima no es inferior a 850°C, ya que por debajo de 850°C no puede obtenerse una dureza suficiente. Además, es preciso que la capa 22 de chapado de Al cambie a una capa de aleación, y, así, no es adecuada una temperatura inferior a 850°C.

30 Cuando la temperatura de calentamiento es superior a 1000°C, la aleación avanza excesivamente, la concentración de hierro en la capa de aleación aumenta, causando deterioro en la resistencia a la corrosión posterior al pintado. Aunque no puede decirse nada terminante, la resistencia a la corrosión posterior al pintado depende de la velocidad de aumento de la temperatura y de la cantidad de deposición de la capa 22 de chapado de Al, y, así, un calentamiento a una temperatura de 1100°C o más no resulta deseable en términos de eficiencia económica.

35 Según se ha descrito anteriormente, en la plancha 20 de acero chapada en Al según la segunda realización, la capa 23 de recubrimiento superficial que contiene óxido de cinc y el compuesto lubricante que incluye el elemento típico es formada sobre la superficie de la capa 22 de chapado de Al, y, así, puede obtenerse una lubricidad más satisfactoria que la de la convencional, y puede realizarse una mejora de la maleabilidad y de la productividad durante la estampación en caliente.

40 Además, en la plancha 20 de acero chapada en Al de la segunda realización, puede realizarse una mejora de las propiedades de conversión química después de la estampación en caliente y de la resistencia a la corrosión posterior al pintado.

Además, según la plancha 20 de acero chapada en Al de la segunda realización, además del efecto anteriormente mencionado, puede obtenerse un efecto de mejora de la propiedad de aumento de la temperatura (efecto de mejora de la velocidad de aumento de la temperatura) durante el calentamiento.

45 A la plancha 20 de acero chapada en Al según la segunda realización se le puede dar forma de piezas de máquina que tienen formas diversas mediante la aplicación del método de estampado en caliente anteriormente mencionado, similar a la primera realización, y es particularmente adecuado para producir una pieza de automóvil que requiera reducción de peso, alta rigidez y alta resistencia a la corrosión (por ejemplo, una viga de impacto de puerta, una viga de parachoques y piezas conformadas por estampación, tales como un material de refuerzo de pilar central).

Ejemplos

50 Aunque a continuación se describirán ejemplos de la presente invención, las condiciones empleadas en los ejemplos son meramente un ejemplo de condiciones empleadas para confirmar la operabilidad y el efecto de la presente invención, y la presente invención no está limitada al ejemplo concreto de condiciones. La presente invención puede emplear diversas condiciones siempre y cuando se logre el objeto de la presente invención sin apartarse del alcance de la presente invención.

55

Ejemplo 1

Mediante el método Sendzimir, se chapó con Al una plancha de acero laminada en frío que tenía la composición de componentes mostrada en la Tabla 1 (1,4 mm de grosor). La temperatura de recocido se ajustó a aproximadamente 800°C, y el baño de chapado de Al contenía 85% o más de Al y 9% de Si en masa porcentual y, además, contenía Fe eluido de la plancha de acero.

Tabla 1

(masa porcentual)							
C	Si	Mn	P	S	Ti	B	Al
0,21	0,11	1,22	0,007	0,002	0,02	0,003	0,03

Después de que la plancha de acero se chapara por inmersión en caliente, la cantidad de deposición del chapado se ajustó a 160 g/m² en ambas superficies de la plancha de acero mediante el método de limpieza por gas. La plancha de acero en la que se formó la capa de chapado de Al de esta manera se enfrió y, luego, se le aplicó una solución de tratamiento de recubrimiento mostrada en las Tablas 2 y 3 (la continuación de la Tabla 2) a la superficie de la capa de chapado de Al con un recubridor por rodillo y se coció a aproximadamente 80°C. Así, se formó una capa de recubrimiento superficial que incluía el óxido de cinc y el compuesto de potenciación de la lubricidad (en particular, el compuesto del elemento de metales de transición descrito en la primera realización). Todas las soluciones de tratamiento de recubrimiento mostradas en las Tablas 2 y 3 eran suspensiones o soluciones acuosas en las que se mezclaron un reactivo y agua destilada.

En los siguientes métodos se evaluaron las propiedades de la plancha de acero en la que se formaron de esta manera la capa de chapado de Al y la capa de recubrimiento superficial que incluía el compuesto del elemento de metales de transición (es decir, la plancha de acero chapada en Al correspondiente a la primera realización, denominada en lo sucesivo primera plancha de acero chapada en Al).

(1) Lubricidad en caliente

La lubricidad en caliente de la primera plancha de acero chapada en Al fue evaluada usando el aparato mostrado en la FIG. 3. Se colocó una pieza 1 de ensayo que tenía un tamaño de 150 mm × 200 mm tomada de la primera plancha de acero chapada en Al en un soporte 4 de piezas de ensayo de un horno 3 proporcionado en la porción superior de un calentador 2, y, a continuación, la pieza 1 de ensayo fue calentada hasta 900°C. A continuación, en un estado en el que se aplicó una carga P (carga de prensado) a la pieza 1 de ensayo usando un aparato 5 de aplicación de carga a una condición de temperatura de aproximadamente 700°C, el horno 3 fue accionado por un aparato 6 de accionamiento del horno a lo largo de una guía 7 de rodamientos para medir la carga de estiramiento de la pieza 1 de ensayo.

La carga de estiramiento de la pieza 1 de ensayo fue medida por un captador dinamométrico 8 conectado al aparato 5 de aplicación de carga. Se calculó un coeficiente dinámico de rozamiento dividiendo la carga de estiramiento por la carga de prensado.

(2) Adhesión del recubrimiento después del calentamiento

Se colocó una pieza de ensayo tomada de la primera plancha de acero chapada en Al en un horno atmosférico y fue calentada a 900°C durante 6 minutos. A continuación, la pieza de ensayo fue sacada del horno atmosférico, sujeta inmediatamente por un troquel de acero inoxidable y enfriada rápidamente. La velocidad de aumento de la temperatura de la pieza de ensayo fue aproximadamente 5°C/seg, y la velocidad de enfriamiento fue aproximadamente 150°C/seg. A continuación, la pieza de ensayo se cortó para que tuviera un tamaño de 50 mm × 50 mm y fue proporcionada para un ensayo de frotamiento. En el ensayo de frotamiento, se frotó con una gasa la superficie de la pieza de ensayo 10 veces con una carga de 14,71 N dentro de una anchura de 30 mm, y se midieron las cantidades de deposición de Zn de la gasa antes y después del ensayo para calcular la tasa de reducción (%) de Zn.

(3) Resistencia de la soldadura por puntos

Se colocó una pieza de ensayo tomada de la primera plancha de acero chapada en Al en el horno atmosférico y fue calentada a 900°C durante 6 minutos. A continuación, la pieza de ensayo fue sacada del horno atmosférico, sujeta inmediatamente por un troquel de acero inoxidable y enfriada rápidamente. La velocidad de aumento de la temperatura de la pieza de ensayo fue aproximadamente 5°C/seg, y la velocidad de enfriamiento fue aproximadamente 150°C/seg. A continuación, se midió la resistencia de la pieza de ensayo a la tracción transversal según JIS Z3137 (1990). En esta ocasión, las condiciones de soldadura son como sigue. En el ensayo, se calculó el valor promedio de la fuerza de soldadura estableciendo el número N de muestras de la pieza de ensayo en 3 y midiendo la resistencia de cada una de 3 muestras.

ES 2 689 513 T3

Electrodo: cromo-cobre, DR (punta de 8 mm \varnothing de 40 R)

Presión aplicada: 8.629,85 N

5 Duración de la energización: aumento, 3 ciclos - 22 ciclos energizados (60 Hz)

Corriente de soldadura: 9,5 kA

(4) Resistencia a la corrosión posterior al pintado

10 Se colocó una pieza de ensayo tomada de la primera plancha de acero chapada en Al en el horno atmosférico y fue calentada a 900°C durante 6 minutos. A continuación, la pieza de ensayo fue sacada del horno atmosférico, sujeta inmediatamente por un troquel de acero inoxidable y enfriada rápidamente.

15 La velocidad de aumento de la temperatura de la pieza de ensayo fue aproximadamente 5°C/seg, y la velocidad de enfriamiento fue aproximadamente 150°C/seg. A continuación, la pieza de ensayo se cortó para que tuviera un tamaño de 70 mm \times 150 mm y fue sometida a conversión química usando una solución de conversión química (PB-SX35) fabricada por Nihon Parkerizing Co., Ltd. Acto seguido, la pieza de ensayo fue pintada con un recubrimiento de electrodeposición (Powernics 110) fabricado por Nippon Paint Co., Ltd. Para que tuviera un grosor de recubrimiento de 20 μ m, y se coció a 170°C.

20 La resistencia a la corrosión posterior al pintado de la pieza de ensayo fue evaluada por el método definido por JASO M609 (1991), definido por la Sociedad de Ingenieros de Automóviles de Japón. Se usó una cuchilla para practicar de antemano un corte transversal en el revestimiento, y se midió la anchura (valor máximo en un lado) de la vesícula de recubrimiento del corte transversal después de realizar un ensayo de corrosión durante 180 ciclos (60 días). Como ejemplo comparativo, se evaluó una plancha de acero recocida galvanizada con una cantidad de deposición de 45 g/m² en una superficie. En esta ocasión, el ancho de la vesícula fue de 7 mm.

25 En las Tablas 2 y 3 (la continuación de la Tabla 2) se resume el resultado de cada evaluación. Además, para comparar, también se evaluó de la misma manera un caso en el que no se formó la capa de recubrimiento superficial. En la Tabla 4 se muestran los resultados de la evaluación.

Tabla 2

Nº	Cantidad de ZnO (g/L)	Compuesto distinto de ZnO	Cantidad de compuesto *1 restante	Cantidad de aglutinante *2	Cantidad de deposición *3	Lubricidad en caliente	Adhesión del recubrimiento	Resistencia de la soldadura por puntos	Resistencia a la corrosión posterior al pintado	
1	200	Sulfato de níquel	10%	20%	1	0,6	10%	7,5 kN	1,9 mm	Ejemplo
2	200	Nitrato de níquel	10%	20%	1	0,62	9%	7,3 kN	2,0 mm	Ejemplo
3	200	Sulfato de manganeso	10%	20%	1	0,6	8%	7,6 kN	2,2 mm	Ejemplo
4	200	Sulfato de cobre	10%	20%	1	0,63	10%	7,4 kN	2,3 mm	Ejemplo
5	200	Fluoruro de titanio	10%	20%	1	0,61	8%	7,5 kN	2,5 mm	Ejemplo
6	200	Nitrato de circonio	10%	20%	1	0,62	10%	7,4 kN	2,7 mm	Ejemplo
7	200	Sulfato de níquel	10%	20%	0,4	0,75	9%	7,6 kN	2,9 mm	Ejemplo
8	200	Sulfato de níquel	10%	20%	0,8	0,65	10%	7,5 kN	2,5 mm	Ejemplo
9	200	Sulfato de níquel	10%	20%	1,2	0,62	7%	7,6 kN	2,1 mm	Ejemplo
10	200	Sulfato de níquel	10%	20%	2,3	0,60	9%	7,2 kN	2,5 mm	Ejemplo
11	200	Sulfato de níquel	10%	20%	3	0,59	10%	6,7 kN	1,8 mm	Ejemplo
12	200	Sulfato de níquel	10%	20%	6,5	0,58	15%	4,1 kN	1,2 mm	Ejemplo
13	200	Sulfato de níquel	10%	20%	7,7	0,60	34%	3,8 kN	1,1 mm	Ejemplo

ES 2 689 513 T3

Nº	Cantidad de ZnO (g/L)	Compuesto distinto de ZnO	Cantidad de compuesto *1 restante	Cantidad de aglutinante *2	Cantidad de deposición *3	Lubricidad en caliente	Adhesión del recubrimiento	Resistencia de la soldadura por puntos	Resistencia a la corrosión posterior al pintado	
14	200	Sulfato de níquel	10%	3%	1	0,63	10%	7,6 kN	2,1 mm	Ejemplo
15	200	Sulfato de níquel	10%	7%	1	0,62	8%	7,5 kN	2,0 mm	Ejemplo

*1: Proporción con respecto a la cantidad de ZnO
 *2: Proporción con respecto a la cantidad de ZnO
 *3: Cantidad en términos de Zn

El nº 2 es un ejemplo de referencia.

El nº 13 es un ejemplo de referencia.

Tabla 3

Nº	Cantidad de ZnO (g/L)	Compuesto distinto de ZnO	Cantidad de compuesto *1 restante	Cantidad de aglutinante *2	Cantidad de deposición *3	Lubricidad en caliente (coeficiente de rozamiento)	Adhesión del recubrimiento	Resistencia de la soldadura por puntos	Resistencia a la corrosión posterior al pintado	
16	200	Sulfato de níquel	10%	10%	1	0,64	8%	7,5 kN	2,6 mm	Ejemplo
17	200	Sulfato de níquel	10%	30%	1	0,60	8%	7,4 kN	2,6 mm	Ejemplo
18	200	Sulfato de níquel	10%	40%	1	0,62	9%	7,5 kN	2,7 mm	Ejemplo
19	200	Sulfato de manganeso	0,5%	20%	1	0,61	10%	7,6 kN	1,9 mm	Ejemplo
20	200	Sulfato de manganeso	3%	20%	1	0,64	7%	7,5 kN	2,1 mm	Ejemplo
21	200	Sulfato de manganeso	20%	20%	1	0,62	9%	7,3 kN	2,6 mm	Ejemplo
22	200	Sulfato de manganeso	35%	20%	1	0,63	8%	7,3 kN	2,2 mm	Ejemplo
23	200	Sulfato de manganeso	50%	20%	1	0,61	8%	7,5 kN	2,1 mm	Ejemplo
24	200	Ningún compuesto contenido	-	20%	0,5	0,83	9%	7,5 kN	2,5 mm	Ejemplo comparativo
25	200	Ningún compuesto contenido	-	20%	1,2	0,72	7%	7,3 kN	2,0 mm	Ejemplo comparativo
26	200	Ningún compuesto contenido	-	20%	1,6	0,67	9%	7,4 kN	2,0 mm	Ejemplo comparativo
27	200	Ningún compuesto contenido	-	20%	2	0,64	7%	7,2 kN	2,5 mm	Ejemplo comparativo
28	200	Ningún compuesto contenido	-	20%	3,1	0,60	10%	6,5 kN	1,3 mm	Ejemplo comparativo
29	200	Ningún compuesto contenido	-	20%	5	0,60	14%	5,3 kN	1,0 mm	Ejemplo comparativo

*1: Proporción con respecto a la cantidad de ZnO
 *2: Proporción con respecto a la cantidad de ZnO
 *3: Cantidad en términos de Zn

Los nºs 19 y 23 son ejemplos de referencia.

Tabla 4

Lubricidad caliente	en	Adhesión del recubrimiento	del	Resistencia de la soldadura por puntos	Resistencia a la corrosión posterior al pintado
0,95	-			7,3 kA	6,5 mm

La lubricidad en caliente indica el coeficiente dinámico de rozamiento medido, la adhesión del recubrimiento indica las tasas de exfoliación de Zn antes y después del ensayo, la resistencia de la soldadura por puntos indica la resistencia a la tracción transversal, y la resistencia a la corrosión posterior al pintado indica la anchura máxima de la vesícula en una superficie del corte transversal. Los Ejemplos (n^{os} 1, 3-12, 14-18 y 20-22 en las Tablas 2 y 3) que tienen la capa de recubrimiento superficial que contiene ZnO presentan una lubricidad en caliente mejorada con respecto a los Ejemplos comparativos (n^{os} 24 a 29 en la Tabla 3) en los que no se forma la capa de recubrimiento superficial.

Sin embargo, si la cantidad de deposición de la capa de recubrimiento superficial es relativamente pequeña, no puede obtener suficiente lubricidad en caliente. Cuando la cantidad de deposición de la capa de recubrimiento superficial es grande, disminuye la resistencia de la soldadura por puntos, en particular la resistencia a la tracción transversal. Una disminución en la resistencia de la soldadura por puntos y una disminución en la resistencia a la tracción transversal no son deseables en términos de estabilidad de la calidad de pieza de automóvil. La razón por la cual disminuye la resistencia de la soldadura por puntos cuando la cantidad de deposición de la capa de recubrimiento superficial es grande no está clara. Sin embargo, existe la posibilidad de que puedan quedar óxidos en una pepita de soldadura y que los esfuerzos puedan concentrarse en la porción en la que quedan óxidos durante el estiramiento.

Por el contrario, la capa de recubrimiento superficial (n^{os} 7 a 13 en la Tabla 2) que incluye un compuesto de uno, dos o más elementos de metales de transición (en particular, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zr, Mo, W, La y Ce) presenta una excelente lubricidad en caliente en una región con una cantidad de deposición pequeña, y cuando la cantidad es 2 g/m² o menos en términos de Zn, puede suprimirse una disminución en la resistencia de la soldadura por puntos.

Aunque no esté claro que el compuesto anteriormente mencionado afecte a la resistencia a la corrosión posterior al pintado en comparación con las planchas de acero sin la capa de recubrimiento superficial, todas las planchas de acero presentan excelente resistencia a la corrosión posterior al pintado. Esto se debe a que mejoran las propiedades de conversión química.

Se investigó la influencia de la cantidad de deposición de la capa de recubrimiento superficial sobre las propiedades. Las FIGURAS 4, 5 y 6 muestran, para los n^{os} 7 a 13 de la Tabla 2 (Ejemplos o Ejemplos de referencia), los n^{os} 24 a 29 de la Tabla 3 (Ejemplos comparativos), y un caso de la Tabla 4 en el que no se forma la capa de recubrimiento superficial, la tasa de exfoliación del recubrimiento, la lubricidad en caliente (coeficiente de rozamiento), y la resistencia de la soldadura por puntos, respectivamente.

En comparación con un sistema que no incluye un compuesto de uno, dos o más elementos de metales de transición (en particular, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zr, Mo, W, La y Ce), un sistema que incluye estos compuestos presenta una lubricidad en caliente mejorada, con una cantidad de deposición menor.

Cuando aumenta la cantidad de deposición de la capa de recubrimiento superficial, la resistencia de la soldadura por puntos y la adhesión del recubrimiento disminuyen. Se ha hallado que, para aumentar la resistencia de la soldadura por puntos, la cantidad de deposición de la capa de recubrimiento superficial es, preferentemente, 2 g/m² o menor (remitirse a la FIG. 6), y que, para aumentar la adhesión del recubrimiento, la cantidad de deposición es, preferentemente, 7 g/m² o menor (remitirse a la FIG. 4).

Ejemplo 2

La pieza 1 de ensayo of Ejemplo 1 fue calentada rápidamente con rayos del infrarrojo cercano. La velocidad de aumento de la temperatura fue configurada en 21°C/seg. El templado de la pieza de ensayo se llevó a cabo de la misma manera que en el Ejemplo 1, y la evaluación siguiente también se efectuó de la misma manera que en el Ejemplo 1. En la Tabla 5 se muestran los resultados de la evaluación. Se halló que, aunque mejoró la resistencia a la corrosión posterior al pintado, no hubo ningún cambio en propiedades, salvo en la resistencia a la corrosión posterior al pintado. A partir de los resultados, es posible esperar mayor mejora en la propiedades a través de un calentamiento rápido.

Tabla 5

Lubricidad caliente	en	Adhesión del recubrimiento	del	Resistencia de la soldadura por puntos	Resistencia a la corrosión posterior al pintado
0,62		8%		7,3 kA	1,2 mm

Ejemplo 3

Se usó como base una solución acuosa en la que se añadió un 20% de resina de uretano al ZnO, y a la solución se añadieron 10% de vanadato sódico, dicromato sódico, sulfato ferroso, cloruro de cobalto, molibdato sódico, tungstato sódico y nitrato de cerio.

- 5 A la primera plancha de acero chapada en Al usada en el Ejemplo 1, se aplicó 1 g/m², en términos de Zn, de la solución de tratamiento así preparada, y la lubricidad en caliente fue medida por los métodos descritos en el Ejemplo 1. En consecuencia, se obtuvo un valor numérico en el intervalo de 0,60 a 0,65 en todos los métodos. Así, se halló que todos los compuestos anteriormente mencionados contribuyen a la mejora de la lubricidad en caliente.

Ejemplo 4

- 10 Mediante el método Sendzimir, se chapó con Al una plancha de acero laminada en frío que tenía la composición de componentes mostrada en la Tabla 6 (1,4 mm de grosor). La temperatura de recocido se ajustó a aproximadamente 800°C, y el baño de chapado de Al contenía 85% o más de Al y 9% de Si en masa porcentual y, además, contenía Fe eluido de la plancha de acero.

Tabla 6

(masa porcentual)							
C	Si	Mn	P	S	Ti	B	Al
0,22	0,13	1,20	0,005	0,002	0,02	0,004	0,03

- 15 Después de que la plancha de acero se chapara por inmersión en caliente, la cantidad de deposición del chapado se ajustó a 160 g/m² en ambas superficies de la plancha de acero mediante el método de limpieza por gas. La plancha de acero en la que se formó la capa de chapado de Al de esta manera se enfrió y, luego, se le aplicó una solución de tratamiento de recubrimiento mostrada en la Tabla 7 a la superficie de la capa de chapado de Al con un recubridor por rodillo y se coció a aproximadamente 80°C. Así, se formó una capa de recubrimiento superficial que incluía el óxido de cinc y el compuesto de potenciación de la lubricidad (en particular, el compuesto del elemento típico descrito en la segunda realización). Todas las soluciones de tratamiento de recubrimiento mostradas en la Tabla 7 eran suspensiones o soluciones acuosas en las que se mezclaron un reactivo y agua destilada.

- 20 Según se ha descrito anteriormente, en los siguientes métodos se evaluaron las propiedades de la plancha de acero que incluía la capa de chapado de Al y la capa de recubrimiento superficial que contenía el compuesto del elemento típico (es decir, correspondiente a la plancha de acero chapada en Al de la segunda, denominada en lo sucesivo segunda plancha de acero chapada en Al).

(1) Lubricidad en caliente

- 30 La lubricidad en caliente de la segunda plancha de acero chapada en Al fue evaluada usando el aparato mostrado en la FIG. 3. Se colocó una pieza 1 de ensayo que tenía un tamaño de 150 mm × 200 mm tomada de la segunda plancha de acero chapada en Al en un soporte 4 de piezas de ensayo de un horno 3 proporcionado en la porción superior de un calentador 2, y, a continuación, la pieza 1 de ensayo fue calentada hasta 900°C. A continuación, en un estado en el que se aplicó una carga P (carga de prensado) a la pieza 1 de ensayo usando un aparato 5 de aplicación de carga a una condición de temperatura de aproximadamente 700°C, el horno 3 fue accionado por un aparato 6 de accionamiento del horno a lo largo de una guía 7 de rodamientos para medir la carga de estiramiento de la pieza 1 de ensayo. La carga de estiramiento de la pieza 1 de ensayo fue medida por un captador dinámico 8 conectado al aparato 5 de aplicación de carga. Se calculó un coeficiente dinámico de rozamiento dividiendo la carga de estiramiento por la carga de prensado.

(2) Propiedades de aumento de la temperatura durante el calentamiento

- 40 Después de soldar un termopar a una pieza de ensayo que tenía un tamaño de 70 mm × 150 mm tomada de la segunda plancha de acero chapada en Al, la pieza de ensayo fue colocada en un horno atmosférico con una temperatura ajustada a 900°C, y se midió el tiempo hasta que la temperatura de la pieza de ensayo subiera de 50°C a 890°C para calcular la velocidad media de aumento de la temperatura.

(3) Resistencia de la soldadura por puntos

- 45 Se colocó una pieza de ensayo tomada de la segunda plancha de acero chapada en Al en el horno atmosférico y fue calentada a 900°C durante 6 minutos. A continuación, la pieza de ensayo fue sacada del horno atmosférico, sujeta inmediatamente por un troquel de acero inoxidable y enfriada rápidamente. La velocidad de enfriamiento fue aproximadamente 150°C/seg. A continuación, se midió la resistencia de la pieza de ensayo a la tracción transversal según JIS Z3137. En esta ocasión, las condiciones de soldadura son como sigue. En el ensayo, se calculó el valor promedio de la fuerza de soldadura estableciendo el número de muestras de la pieza de ensayo en 3 y midiendo la

resistencia de cada una de 3 muestras.

Electrodo: cromo-cobre, DR (punta de 8 mm \varnothing de 40 R)

Presión aplicada: 8.629,85 N

5

Duración de la energización: aumento, 3 ciclos - 22 ciclos energizados (60 Hz)

Corriente de soldadura: 9,5 kA

(4) Resistencia a la corrosión posterior al pintado

- 10 Se colocó una pieza de ensayo tomada de la segunda plancha de acero chapada en Al en el horno atmosférico y fue calentada a 900°C durante 6 minutos. A continuación, la pieza de ensayo fue sacada del horno atmosférico, sujeta inmediatamente por un troquel de acero inoxidable y enfriada rápidamente. La velocidad de enfriamiento de la pieza de ensayo fue aproximadamente 150°C/seg. A continuación, la pieza de ensayo se cortó para que tuviera un tamaño de 70 mm \times 150 mm y fue sometida a conversión química usando una solución de conversión química (PB-SX35)
- 15 fabricada por Nihon Parkerizing Co., Ltd. Acto seguido, la pieza de ensayo fue pintada con un recubrimiento de electrodeposición (Powernics 110) fabricado por Nippon Paint Co., Ltd. Para que tuviera un grosor de recubrimiento de 20 μ m, y se coció a 170°C.

- 20 La resistencia a la corrosión posterior al pintado de la pieza de ensayo fue evaluada por el método definido por JASO M609, definido por la Sociedad de Ingenieros de Automóviles de Japón. Se usó una cuchilla para practicar de antemano un corte transversal en el revestimiento, y se midió la anchura (valor máximo en un lado) de la vesícula de recubrimiento del corte transversal después de realizar un ensayo de corrosión durante 180 ciclos (60 días). Como material comparativo, se evaluó una plancha de acero recocida galvanizada con una cantidad de deposición de 45 g/m² en una superficie. En esta ocasión, el ancho de la vesícula fue de 7 mm.

- 25 En la Tabla 7 se resume el resultado de cada evaluación. Además, para comparar, también se evaluó de la misma manera un caso en el que no se formó la capa de recubrimiento superficial. En la Tabla 8 se muestran los resultados de la evaluación.

Tabla 7

Nº	Cantidad de ZnO (g/L)	Compuesto distinto de ZnO	Cantidad de compuesto *1 restante	Cantidad de aglutinante *2	Cantidad de deposición *3	Lubricidad en caliente	Velocidad de aumento de la temperatura (°C/s)	Resistencia de la soldadura por puntos (kN)	Resistencia a la corrosión posterior al pintado (mm)	
1	200	MgO	10%	20%	2	0,62	8,2	7,3	1,9	Ejemplo
2	200	CaO	10%	20%	2	0,64	8,1	7,2	1,9	Ejemplo
3	200	SrO	10%	20%	2	0,63	8,2	7,3	2,0	Ejemplo
4	200	BaO	10%	20%	2	0,62	8,3	7,4	1,9	Ejemplo
5	200	Zn ₃ (PO ₄) ₂	10%	20%	2	0,61	8,2	7,2	2,1	Ejemplo
6	200	SnO ₂	10%	20%	2	0,60	8,1	7,4	2,2	Ejemplo
7	200	GeO ₂	10%	20%	2	0,63	8,3	7,3	1,9	Ejemplo
8	200	Ningún compuesto contenido	-	20%	2	0,62	4,6	7,4	2,0	Ejemplo comparativo
9	200	MgO	10%	20%	0,4	0,83	5,8	7,2	2,0	Ejemplo
10	200	MgO	10%	20%	0,7	0,76	6,9	7,1	1,8	Ejemplo
11	200	MgO	10%	20%	1,5	0,67	8,0	7,3	2,0	Ejemplo
12	200	MgO	10%	20%	3,1	0,60	8,5	7,1	1,7	Ejemplo
13	200	MgO	10%	20%	5,6	0,61	8,7	6,7	1,3	Ejemplo
14	200	MgO	10%	20%	7,7	0,60	8,8	6,2	1,0	Ejemplo
15	200	CaO	3%	20%	2	0,63	5,2	7,2	1,9	Ejemplo
16	200	CaO	7%	20%	2	0,61	6,6	7,3	2,0	Ejemplo
17	200	CaO	20%	20%	2	0,60	8,7	7,1	2,7	Ejemplo
18	200	CaO	35%	20%	2	0,61	9,2	7,0	4,1	Ejemplo

ES 2 689 513 T3

Nº	Cantidad de ZnO (g/L)	Compuesto distinto de ZnO	Cantidad de compuesto *1 restante	Cantidad de aglutinante *2	Cantidad de deposición *3	Lubricidad en caliente	Velocidad de aumento de la temperatura (°C/s)	Resistencia de la soldadura por puntos (kN)	Resistencia a la corrosión posterior al pintado (mm)
*1: Proporción con respecto a la cantidad de ZnO *2: Proporción con respecto a la cantidad de ZnO *3: Cantidad en términos de Zn									

Los nºs 15 y 18 son ejemplos de referencia.

El nº 14 es un ejemplo de referencia.

Tabla 8

Lubricidad en caliente	Velocidad de aumento de la temperatura	Resistencia de la soldadura por puntos	Resistencia a la corrosión posterior al pintado
0,93	4,5°C/s	7,4 kA	6,8 mm

5 La lubricidad en caliente indica el coeficiente dinámico de rozamiento medido, la velocidad de aumento de la temperatura indica el valor obtenido midiendo la velocidad de aumento de la temperatura, la resistencia de la soldadura por puntos indica la resistencia a la tracción transversal, y la resistencia a la corrosión posterior al pintado indica la anchura máxima de la vesícula en un lado del corte transversal. Los Ejemplos (remitirse a la Tabla 7) que tienen la capa de recubrimiento superficial que contiene ZnO presentan una lubricidad en caliente y una resistencia a la

10 corrosión posterior al pintado mejoradas con respecto a los Ejemplos comparativos (remitirse a la Tabla 8) en los que no se forma la capa de recubrimiento superficial.

Por otra parte, en cuanto a la velocidad de aumento de la temperatura, se halló que los Ejemplos (nºs 1 a 7 en la Tabla 7) que contenían un compuesto de uno, dos o más elementos típicos (en particular, Mg, Ca, Sr, Ba, P, Sn, and Ge) tienen excelentes propiedades de aumento de la temperatura en comparación con planchas de acero sin la capa de recubrimiento superficial o con el Ejemplo comparativo (nº 8 en la Tabla 7), en el que la capa de recubrimiento superficial estaba compuesta únicamente de ZnO y un aglutinante.

15

Los nºs 9 a 14 de la Tabla 7 son Ejemplos o Ejemplos de referencia en los que se cambia la cantidad de deposición de la capa de recubrimiento superficial, y los nºs 15 a 18 son Ejemplos o Ejemplos de referencia en los que se cambia la cantidad del compuesto de Ca en la capa de recubrimiento superficial. Se halló que, cuando la capa de recubrimiento superficial es delgada, la lubricidad en caliente es ligeramente baja, y que, cuando la capa de recubrimiento superficial es gruesa, la resistencia de la soldadura por puntos disminuye ligeramente. Además, también se halló que, cuando la cantidad del compuesto de Ca es pequeña, la velocidad de aumento de la temperatura es ligeramente baja, y que, cuando la cantidad del compuesto de Ca es grande, la resistencia a la corrosión posterior al pintado se deteriora ligeramente.

20

25 Ejemplo 5

Las piezas de ensayo nºs 1 a 8 del Ejemplo 4 fueron calentadas con rayos del infrarrojo lejano. En esta ocasión, se usaron un horno que tenía una temperatura ascendente y un horno de mantenimiento, y el movimiento entre los hornos se efectuó de forma manual. Aunque la temperatura del horno de temperatura ascendente fue fijada en 1150°C y la temperatura del horno de mantenimiento fue fijada en 900°C, se soldó un termopar a cada pieza de ensayo, que tenía un tamaño de 70 mm × 150 mm. Cuando la temperatura de la pieza de ensayo alcanzó 850°C en el horno de temperatura ascendente, la pieza de ensayo fue movida al horno de mantenimiento.

30

De manera similar al Ejemplo 4, la velocidad media de aumento de la temperatura fue calculada de 50°C a 890°C. El templado se llevó a cabo de la misma manera que en el Ejemplo 4, y la evaluación después del templado también se realizó de la misma manera que en el Ejemplo 4. En la Tabla 9 se muestran los resultados de la evaluación. Cuando la velocidad de aumento de la temperatura era elevada, se reconoció que la resistencia a la corrosión posterior al pintado mejoraba. Se obtuvo una mayor velocidad de aumento de la temperatura en el nº 1 en comparación con el nº 8.

35

Tabla 9

Nº	Lubricidad en caliente	Velocidad de aumento de la temperatura (°C/s)	Resistencia de la soldadura por puntos	Resistencia a la corrosión posterior al pintado
1	0,61	25°C/s	7,2 kA	1,2 mm
8	0,61	14°C/s	7,3 kA	1,0 mm

Ejemplo 6

5 A una solución acuosa a la que se había añadido un 20% de resina de uretano al ZnO, 1) se añadieron un 5% de MgO y de CaO, respectivamente, 2) se añadieron un 5% de CaO y de SrO, respectivamente, y 3) se añadieron un 5% de SnO₂ y de GeO₂, respectivamente, para preparar una solución de tratamiento. Se aplicaron 2 g/m², en términos de Zn, de la solución de tratamiento a la segunda plancha de acero chapada en Al usada en el Ejemplo 4, y la velocidad de aumento de la temperatura fue medida mediante los métodos descritos en el Ejemplo 4. En consecuencia, se obtuvo una velocidad de aumento de la temperatura en el intervalo de 8°C/seg a 8,5°C/seg en todos los métodos. Como puede verse por el resultado, se halló que todos los compuestos anteriormente mencionados contribuyen a la mejora de la lubricidad en caliente.

Aplicabilidad industrial

15 Según la presente invención, es posible mejorar la maleabilidad y la productividad en la estampación en caliente garantizando la lubricidad de la capa de chapado de Al en la estampación en caliente de la plancha de acero chapada en Al. Además, según la presente invención, es posible mejorar las propiedades de conversión química de la plancha de acero chapada en Al después de la estampación en caliente, la resistencia a la corrosión posterior al pintado de la plancha de acero chapada en Al, y las propiedades de aumento de la temperatura de la plancha de acero chapada en Al en un horno de recalentar. Así, la presente invención aumenta el intervalo de aplicación a la estampación en caliente de la plancha de acero chapada en Al y mejora la aplicabilidad de la plancha de acero chapada en Al a los automóviles y los equipos industriales que son aplicaciones finales, y, así, la aplicabilidad industrial es alta.

Breve descripción de los números de referencia

- 20 10, 20: Plancha de acero chapada en Al
- 11, 21: Plancha de acero
- 25 12, 22: Capa de chapado de Al
- 13, 23: Capa de recubrimiento superficial
- 30 1: Pieza de ensayo
- 2: Calentador
- 3: Horno
- 35 4: Soporte de piezas de ensayo
- 5: Aparato de aplicación de carga
- 6: Aparato de accionamiento del horno
- 40 7: Guía de rodamientos
- 8: Captador dinamométrico

REIVINDICACIONES

1. Una plancha de acero chapada en Al que comprende:
una plancha de acero;
- 5 una capa de chapado de Al que está formada en una superficie o en ambas superficies de la plancha de acero y contiene al menos un 85% o más de Al en masa porcentual, del 3 al 15% de silicio y opcionalmente hierro; y
- 10 una capa de recubrimiento superficial que está laminada en la superficie de la capa de chapado de Al y contiene ZnO, uno o más compuestos de potenciación de la lubricidad, y un aglutinante orgánico,
en la que el compuesto de potenciación de la lubricidad es un compuesto que incluye uno o más elementos de metales de transición seleccionados entre Ti, Mn, Ni, Cu y Zr,
- 15 el compuesto es sulfato de níquel, sulfato de manganeso, fluoruro de titanio, nitrato de circonio o sulfato de cobre,
la cantidad del compuesto de potenciación de la lubricidad que incluye el elemento de metales de transición de la capa de recubrimiento superficial está entre el 1% y el 40% con respecto a la cantidad total de ZnO en proporción de masas, y
- 20 la capa de recubrimiento superficial contiene entre 0,3 g/m² y 7 g/m² de ZnO en términos de Zn.
2. Una plancha de acero chapada en Al que comprende:
una plancha de acero;
- 25 una capa de chapado de Al que está formada en una superficie o en ambas superficies de la plancha de acero y contiene al menos un 85% o más de Al en masa porcentual, del 3 al 15% de silicio y opcionalmente hierro; y
- 30 una capa de recubrimiento superficial que está laminada en la superficie de la capa de chapado de Al y contiene ZnO, uno o más compuestos de potenciación de la lubricidad, y un aglutinante orgánico,
en la que el compuesto de potenciación de la lubricidad es un compuesto que incluye uno o más elementos típicos seleccionados entre Mg, Ca, Sr, Ba, P, Sn y Ge,
- 35 el compuesto es magnesia, forsterita, óxido de calcio, óxido de estroncio, óxido de bario, óxido de fósforo, dióxido de estaño o dióxido de germanio,
la cantidad del compuesto de potenciación de la lubricidad que incluye el elemento típico de la capa de recubrimiento superficial está entre el 5% y el 30% con respecto a la cantidad total de ZnO en proporción de masas, y
- 40 la capa de recubrimiento superficial contiene entre 0,3 g/m² y 7 g/m² de ZnO en términos de Zn.
3. Un método de estampado en caliente de una plancha de acero chapada en Al que comprende:
cortar y luego calentar la plancha de acero chapada en Al según la reivindicación 1 o 2 hasta una temperatura tope máxima de 850°C a 950°C; y
- 45 formar por estampación, a continuación, la plancha de acero.
4. El método de estampado en caliente de una plancha de acero chapada en Al según la reivindicación 3 en el que la velocidad media de aumento de la temperatura hasta que la temperatura de la plancha de acero chapada en Al sube de 50°C a una temperatura 10°C por debajo de la temperatura tope máxima se encuentra entre 10°C/seg y 300°C/seg en el calentamiento antes de la formación por estampación de la plancha de acero.
- 50
5. El método de estampado en caliente de una plancha de acero chapada en Al según la reivindicación 4 en el que el calentamiento antes de la formación por estampación de la plancha de acero se realiza por calentamiento eléctrico o por calentamiento inductivo.
- 55

FIG. 1A

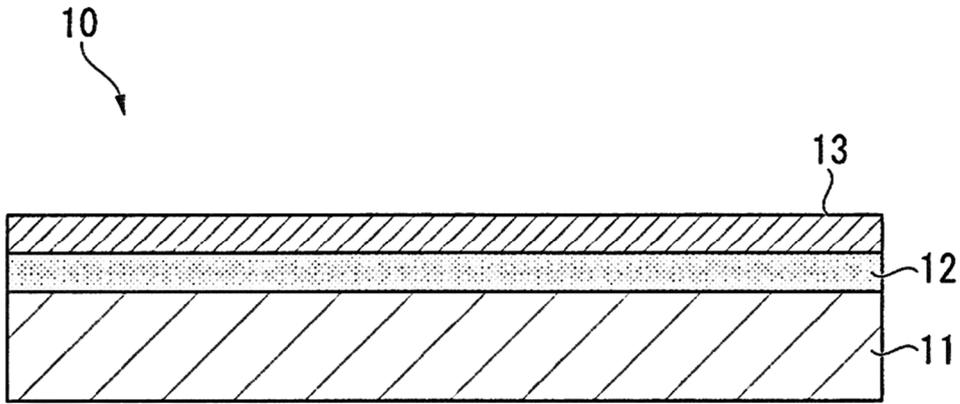


FIG. 1B

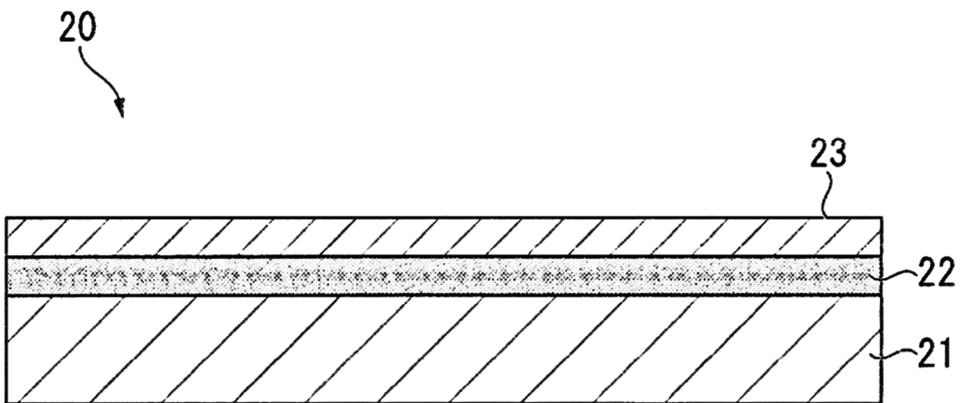


FIG. 2

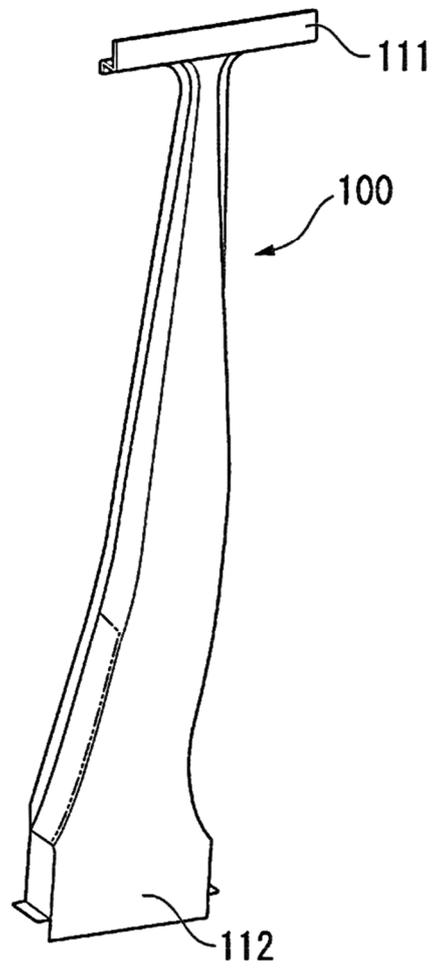


FIG. 3

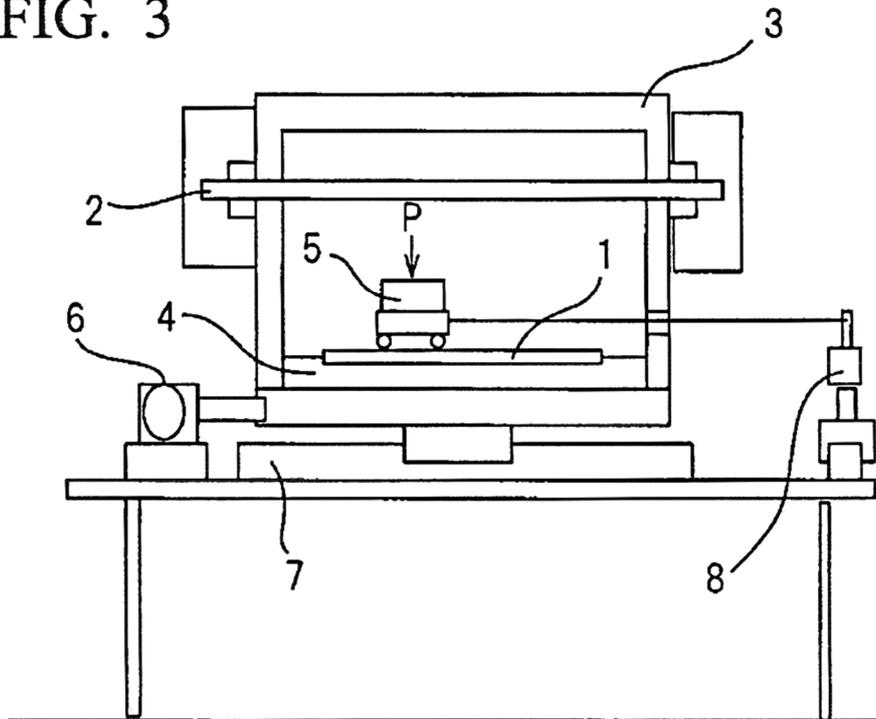


FIG. 4

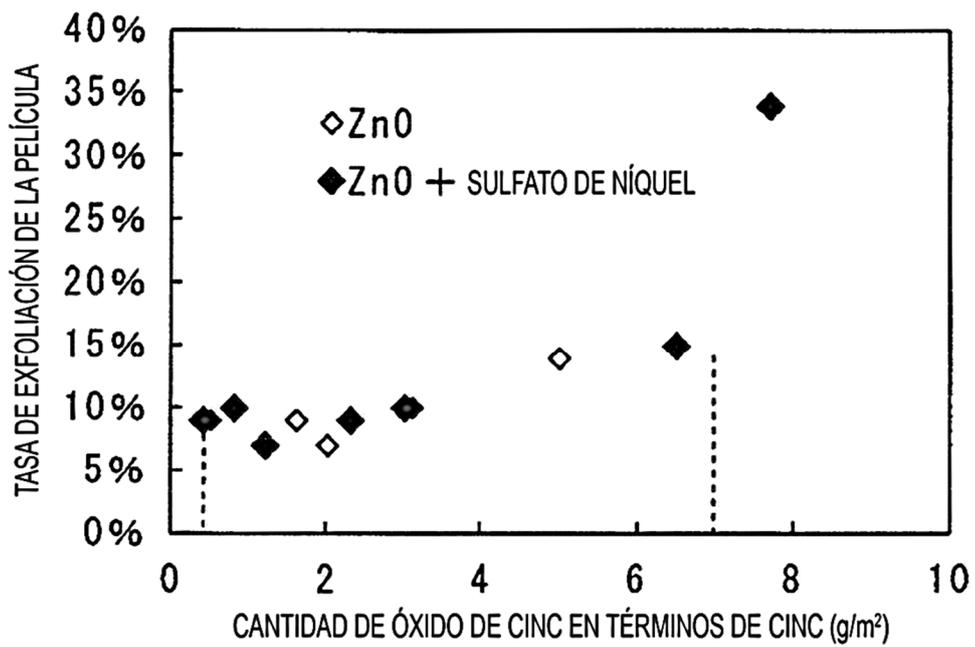


FIG. 5

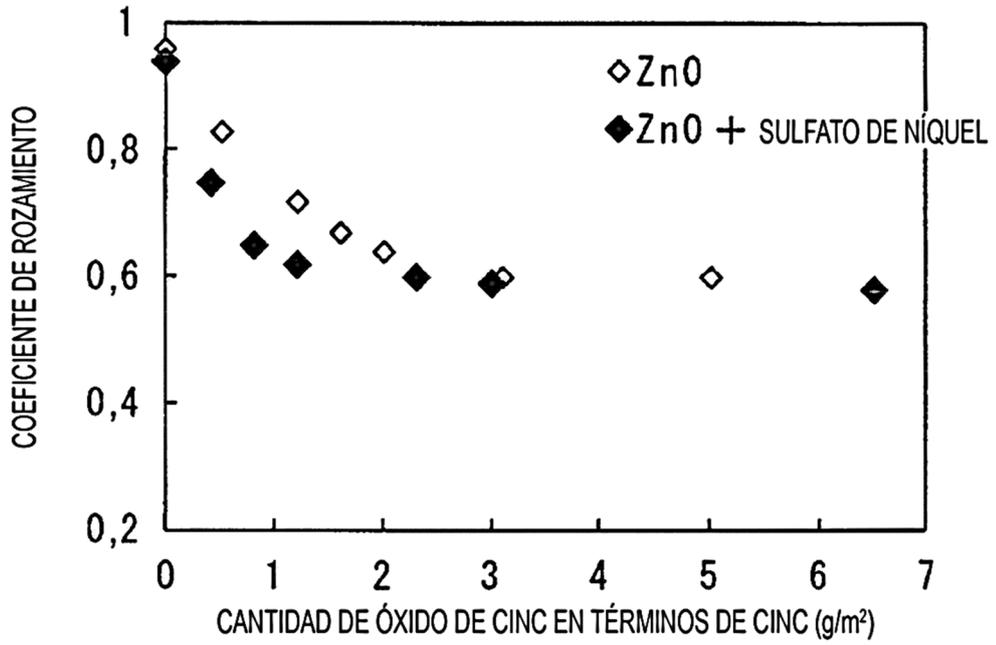


FIG. 6

