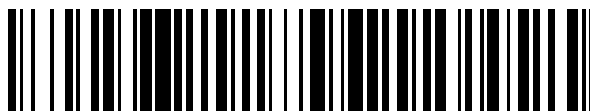


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 846**

51 Int. Cl.:

**C23C 2/06** (2006.01)

**C23C 2/12** (2006.01)

**C23C 2/26** (2006.01)

**C23C 2/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2005 E 12152506 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013 EP 2450464**

54 Título: **Material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.01.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FUJII, SHIRO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 439 846 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**

Material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un material de acero con depósito por inmersión en caliente usado para materiales de construcción, automóviles y aparatos domésticos. Más específicamente, la presente invención se refiere a un material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente que tiene una elevada capacidad de resistencia a la corrosión requerida principalmente en el campo de uso para materiales de construcción y asegura una excelente capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada, y también se refiere a un método de producción del mismo.

**Técnica anterior**

Hasta ahora se ha sabido ampliamente cómo mejorar la resistencia a la corrosión de un material de acero aplicando con depósito de Zn a la superficie del material de acero. Aún actualmente, se produce y se usa un material de acero aplicado con depósito de Zn en una gran cantidad. Sin embargo, en muchos usos, se da un caso en el que no se obtiene una resistencia a la corrosión suficientemente elevada solo por con depósito de Zn. Para mejorar la resistencia a la corrosión de la capa depositada, se usa una chapa de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente (chapa de acero Galvalume) producida añadiendo Al. Por ejemplo, en el caso del con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente descrito en la Publicación de Patente Examinada Japonesa (Kokoku) N° 61-28748, se deposita una aleación que comprende Al en una cantidad del 25 al 75% en masa y Si en una cantidad del 0,5% o mayor del contenido de Al siendo el resto sustancialmente Zn y, de esta manera, se obtiene una buena resistencia a la corrosión.

Sin embargo, recientemente se ha demandado una mejora en la resistencia a la corrosión principalmente en el campo de uso para materiales de construcción y, para satisfacer este requisito, los presentes inventores han desarrollado y descrito previamente un material de acero con depósito de una aleación de Zn-Al-Cr en la Publicación de Patente No Examinada Japonesa (Kokai) N° 2002-356759, donde una capa de con depósito de aleación se aplica añadiendo Cr y además Mg a una capa de con depósito de Zn-Al para obtener una elevada resistencia a la corrosión superando a la chapa de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente convencional (chapa de acero Galvalume). Sin embargo, cuando este material de acero con depósito tal cual, o después del revestimiento, recibe deformación por flexión, en ocasiones se produce un problema que da lugar a la reducción de la resistencia a la corrosión, tal como generación de grietas en la capa depositada o deterioro del aspecto externo de la pieza trabajada por flexión.

El documento GB 2 243 843 describe un revestimiento por inmersión continua de un fleje de acero para formar un revestimiento con aleación de cinc-aluminio hipereutéctica.

El documento JP-A-10-152765 describe una chapa de acero con depósito por inmersión en caliente que contiene Al que contiene un 20-95% de Al en la capa depositada.

El documento JP 2004 263268 describe un acero con depósito de aleación de Zn-Al-Mn por inmersión en caliente que tiene excelente resistencia a la corrosión, en el que puede añadirse Mg en la capa depositada.

Por consiguiente, un objeto de la presente invención es resolver los problemas descritos anteriormente en el material de acero con depósito de una aleación de Zn-Al-Cr y proporcionar un material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente que asegure una elevada resistencia a la corrosión y una excelente capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada, y un método de producción del mismo.

**Descripción de la invención**

Los presentes inventores han realizado diversas investigaciones sobre la estructura de la capa depositada de un material de acero con depósito de aleación de Zn-Al así como sobre las condiciones de producción y la capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada, como resultado de lo cual se ha encontrado que cuando se aplica la técnica descrita más adelante, puede obtenerse un material de acero con depósito de aleación de Zn-Al con una excelente capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada y un método de producción del mismo. La presente invención se ha conseguido basándose en este hallazgo.

(1) Un material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión, que tiene una capa depositada que comprende, en términos de % en masa, del 25 al 85% de Al, del 0,05 al 5% de uno o ambos de Cr y Mn, y Si en una cantidad del 0,5 al 10% del contenido de Al, siendo el resto Zn e impurezas inevitables, en el que el tamaño promedio de floreado sobre la superficie depositada es de 0,5 mm o mayor.

(2) El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de

trabajado por flexión como se ha descrito en (1), en el que la capa depositada comprende de más del 0,1% en masa al 5% en masa de Cr.

5 (3) El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión como se ha descrito en (1) o (2), en el que la capa depositada comprende adicionalmente del 0,1 al 5% en masa de Mg.

(4) El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión como se ha descrito en uno cualquiera de (1) a (3), que tiene una capa aleada que contiene uno o ambos de Cr y Mn en la interfaz entre la capa depositada y el material de acero.

10 (5) El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión como se ha descrito en uno cualquiera de (1) a (4), en el que el tamaño promedio de floreado sobre la superficie depositada es de 1,0 mm o mayor.

(6) El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión como se ha descrito en (5), en el que el tamaño promedio de floreado sobre la superficie depositada es de 3,0 mm o mayor.

15 (7) Un método para producir un material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión, que es el material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente descrito en uno cualquiera de (1) a (6), comprendiendo el método sumergir y, de esta manera, depositar por inmersión en caliente un material de acero en un baño de deposición que comprende, en términos de % en masa, del 25 al 85% de Al, del 0,05 al 5% de uno o ambos de Cr y Mn, y Si en una cantidad del 0,5 al 10% del contenido de Al, siendo el resto Zn e impurezas inevitables, enfriar el material de acero con depósito a una velocidad de enfriamiento de 20°C/s o menor hasta una temperatura en la que se completa la solidificación de la capa depositada, y aislar térmicamente el material de acero después de la solidificación en la condición especificada por la siguiente fórmula (1):

$$y \geq 7,5 \times 10^9 x t^{-4,5} \quad (1)$$

25 (en la que t representa una temperatura para aislar térmicamente el material de acero con depósito de 100 a 250°C, e y representa un tiempo de aislamiento térmico (h)).

(8) El método para producir un material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión como se ha descrito en (7), en el que el baño de deposición comprende adicionalmente del 0,1 al 5% en masa de Mg.

30 (9) El método para producir un material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión como se ha descrito en (7) u (8), en el que la velocidad de enfriamiento del material de acero con depósito es 15°C/s o menor.

### Breve descripción de los dibujos

35 La Fig. 1 muestra la relación entre la condición de aislamiento térmico después de la deposición y la capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada.

### Mejor modo para llevar a cabo la invención

La presente invención se describe con detalle a continuación.

40 El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente resistencia a la corrosión de la presente invención está caracterizado por que la capa depositada tiene una composición que comprende del 25 al 75% en masa de Al, del 0,05 al 5% en masa de uno o ambos de Cr y Mn, y Si en una cantidad del 0,5 al 10% en masa del contenido de Al, siendo el resto Zn e impurezas inevitables. La composición de la capa depositada preferiblemente comprende adicionalmente del 0,1 al 5% en masa de Mg. En este caso, el material de acero que se va a depositar es un material de hierro o acero tal como una chapa de acero, un tubo de acero y un cable de acero.

45 Fuera de la composición de la capa depositada, Al es del 25 al 75% en masa. Si Al es menor que el 25% en masa, la resistencia a la corrosión disminuye, mientras que si supera el 75% en masa, la resistencia a la corrosión del borde de corte disminuye o el baño de con depósito de aleación debe mantenerse a una temperatura elevada y esto provoca un problema tal como un elevado coste de producción. También, fuera de la composición de la capa depositada, uno o ambos de Cr y Mn es del 0,05 al 5% en masa. Si uno o ambos de Cr y Mn es menor del 0,05% en masa, el efecto de mejorar la resistencia a la corrosión es insuficiente, mientras que si supera el 5% en masa, surge un problema tal como un aumento en la cantidad de escoria generada en el baño de deposición. En vista de la resistencia a la corrosión, uno o ambos de Cr y Mn está contenido preferiblemente en exceso del 0,1% en masa. El Cr es más preferiblemente de más del 0,1% en masa al 5% en masa, aún más preferiblemente del 0,2 al 5% en masa.

Fuera de la composición de la capa depositada, se añade Si en una cantidad del 0,5% o mayor del contenido de Al, porque este ayuda a evitar un crecimiento excesivo de la capa de aleación de Fe-Al formada en la interfaz acero/depósito y, por lo tanto, mejora la adhesión de la capa depositada a la superficie del acero. Si el Si está contenido en un exceso del 10% del contenido de Al, el efecto de suprimir la formación de una capa aleada de Fe-Al se satura y, al mismo tiempo, esto puede provocar la reducción en la capacidad de trabajado de la capa depositada. Por lo tanto, el límite superior es el 10% del contenido de Al. Cuando la capacidad de trabajado de la capa depositada es importante, el límite superior es preferiblemente el 5% del contenido de Al.

Como para la estructura de la capa depositada, el tamaño promedio de floreado es 0,5 mm o mayor. El tamaño de floreado se mide observando la superficie depositada a través de un microscopio óptico. En la estructura de solidificación, se observan células dendríticas de Al, y la distancia entre los centros de las células dendríticas se mide por observación, generalmente mediante un microscopio óptico a un aumento de aproximadamente 20 veces a 50 veces. Si el tamaño promedio de floreado es menor que 0,5 mm, cuando la capa depositada se trabaja por flexión, se generan muchas grietas y la capacidad de trabajado por flexión disminuye. Adicionalmente, el patrón de floreado como un elemento característico del material de acero con depósito de la presente invención no puede reconocerse a simple vista y el aspecto externo queda deteriorado. En el caso de que se requiera una capacidad de trabajado por flexión a un mayor nivel, el tamaño promedio de floreado es preferiblemente 1,0 mm o mayor, más preferiblemente 3,0 mm o mayor.

El límite superior del tamaño de floreado no está especificado particularmente, pero si el tamaño de floreado se hace más grueso, el aspecto externo se ve bastante afectado y, por lo tanto, el tamaño de floreado preferido es normalmente 10 mm o menor.

La razón por la que el tamaño de floreado afecta a la capacidad de trabajado de la capa depositada no se conoce claramente en la actualidad, pero se considera que es como sigue: en el caso de que sea alta la velocidad de enfriamiento hasta completarse la solidificación de la capa depositada después de la deposición por inmersión en caliente o cuando el aislamiento térmico no se realiza en la condición especificada por la fórmula (1) después de la solidificación, el tamaño de floreado se hace fino y, al mismo tiempo, la dureza de la capa depositada es elevada, como resultado de lo cual se generan muchas grietas en la capa depositada tras recibir la deformación por flexión.

Cuando la composición de la capa depositada comprende adicionalmente del 0,1 al 5% en masa de Mg, puede obtenerse una mayor resistencia a la corrosión. Si se añade Mg en una cantidad de menos del 0,1% en masa, la adición no puede proporcionar un efecto que contribuya a mejorar la resistencia a la corrosión, mientras que si la cantidad añadida excede el 5% en masa, el efecto de mejorar la resistencia a la corrosión se satura y, al mismo tiempo, hay una gran posibilidad de provocar un problema tal como el aumento en la cantidad de escoria generada en el baño de deposición.

En la estructura de la capa depositada, la capa aleada de Fe-Al formada en la interfaz entre la capa depositada y el material base de acero preferiblemente contiene uno o ambos de Cr y Mn. Gracias al pasivado de Cr y la protección frente a la corrosión de sacrificio de Mn, se considera que el Cr y Mn condensados en la capa aleada de Fe-Al ejercen un efecto de evitar la corrosión del material base de acero y mejorar la resistencia a la corrosión, en el proceso de disolver la capa depositada junto con el progreso de la corrosión y quedando expuesta una parte de la superficie base del material de acero.

La capa aleada que contiene Cr y Mn puede confirmarse mediante el análisis EPMA o GDS de la sección transversal de la capa depositada. El espesor de película de la capa aleada no está particularmente limitado pero se obtiene el efecto por la formación de la capa aleada cuando el espesor es 0,05  $\mu\text{m}$  o mayor. Si el espesor es demasiado grande, la capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada disminuye y esto no es preferido. El espesor es preferiblemente 3  $\mu\text{m}$  o menor. La formación de la capa aleada empieza inmediatamente después de sumergir un material de acero que se va a depositar en un baño de deposición por inmersión en caliente y, posteriormente, proseguir hasta que se completa la solidificación de la capa depositada y la temperatura del material de acero con depósito cae a aproximadamente 400°C o menor. Por consiguiente, el espesor de la capa aleada puede controlarse ajustando, por ejemplo, la temperatura del baño de deposición, el tiempo de inmersión de material de acero que se va a depositar o la velocidad de enfriamiento después de la deposición.

Para obtener un tamaño promedio de floreado de 0,5 mm o mayor y asegurar una buena capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada, el material de acero después de la solidificación debe estar aislado térmicamente en la condición especificada por la siguiente fórmula (1):

$$y \geq 7,5 \times 10^9 x t^{-4.5} \quad (1)$$

(en la que t representa una temperatura para aislar térmicamente el material de acero con depósito de 100 a 250°C, e y representa un tiempo de aislamiento térmico (h)).

La Fig. 1 muestra los resultados cuando se deposita un material que tiene un espesor de la capa depositada de 15  $\mu\text{m}$ , que se depositó empleando una composición de deposición de 55% Al - 1,5% Si - 0,2% Cr - 1% Mg - el resto Zn y se enfrió a una velocidad de 15°C/s, se sometió a un tratamiento de calor/aislamiento térmico y se examinó la

relación de la capacidad de trabajado por flexión de la capa de con depósito de la temperatura de aislamiento térmico y el tiempo de aislamiento térmico. En este caso, en el ensayo de capacidad de trabajado por flexión la capa depositada, después de un trabajado por flexión 3T, se observó una parte con una longitud de 1 mm de la parte superior trabajada por flexión mediante un microscopio y se clasificó de acuerdo con los siguientes criterios (trabajado por flexión 3T significa someter a flexión una placa que tiene un espesor T mediante el cual una placa simulada que tiene un espesor de 3T se intercala en la parte de flexión; por lo tanto, la flexión es más fuerte en el orden de 0T, 1T, 2T, 3T):

⊙: sin grietas por flexión (un notable efecto de mejora en comparación con el material no sometido a tratamiento de aislamiento térmico/calor),

10 ○: de 1 a 5 grietas por flexión (hay un efecto de mejora en comparación con el material no sometido a tratamiento de aislamiento térmico/calor),

△: de 6 a 10 grietas por flexión (al mismo nivel que el material no sometido a tratamiento de aislamiento térmico/calor).

15 Si la temperatura de aislamiento térmico es menor que 100°C, es necesario un largo tiempo de aislamiento térmico para obtener el efecto de mejorar la capacidad de trabajado por flexión y esto provoca un problema de reducción en la productividad, mientras que incluso si supera los 250°C, no se obtiene un mayor efecto de mejora.

20 La fórmula anterior se determina aproximando exponencialmente la relación entre temperatura de aislamiento térmico y el tiempo de aislamiento térmico para la condición de dar el efecto de mejorar la capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada, que se obtiene en el ensayo y se muestra en la Fig. 1. Se supone que la razón por la que la capacidad de trabajado de la capa depositada mejora más por el tratamiento de calor/aislamiento térmico depende del siguiente mecanismo. Cuando el material depositado producido está en un estado como este, están presentes muchas partículas precipitadas finas en la capa depositada. Las partículas precipitadas finas inhiben la transferencia de transición en la deformación por flexión de la capa depositada y disminuye la capacidad de trabajado de la capa depositada. Aplicando un tratamiento de calor/aislamiento térmico, las partículas precipitadas finas se engrosan y mejora la capacidad de trabajado de la capa depositada. Incidentalmente, si se aplica un tratamiento de aislamiento térmico/calor que supere los 250°C, la propia partícula precipitada gruesa se funde en la capa depositada y cuando el material depositado se enfría, las partículas precipitadas finas se producen de nuevo, como resultado de lo cual no se obtiene el efecto de mejorar la capacidad de trabajado de la capa depositada.

30 En la composición de la capa depositada, el resto, es decir, los componentes distintos de Al, Cr, Mn y Si, comprende cinc e impurezas inevitables. La impureza inevitable, como se usa en la presente memoria, significa un elemento mezclado de forma inevitable en el proceso de producción de un material de partida de aleación de deposición, tal como Pb, Sb, Sn, Cd, Fe, Ni, Cu y Ti, y un elemento disuelto fuera del material de acero o material del recipiente de deposición y que se mezcla en el baño de deposición. Estas impurezas inevitables pueden estar contenidas en un contenido total de hasta el 1% en masa.

35 El espesor de deposición no está particularmente limitado, pero si el espesor de deposición es demasiado pequeño, el efecto de mejorar la resistencia a la corrosión de la capa depositada es insuficiente, mientras que si es demasiado grande, la capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada disminuye y se provoca fácilmente un problema tal como la generación de grietas. Por consiguiente, el espesor de deposición es preferiblemente de 5 a 40 μm. En el caso de que se requiera una capacidad de trabajado por flexión particularmente buena, el límite superior del espesor de deposición es preferiblemente de 15 μm o menor.

45 En el método de producción de un material de acero con depósito de la presente invención, se sumerge un material de acero que se va a depositar en un baño de deposición que comprende, en términos de % en masa, del 25 al 85% de Al, del 0,05 al 5% de uno o ambos de Cr, Mn y Si en una cantidad del 0,5 al 10% del contenido de Al, y que contiene, si se desea, del 0,1 al 5% en masa de Mg, siendo el resto Zn e impurezas inevitables, y el material de acero con depósito se enfría a una temperatura en la que se completa la solidificación de la capa depositada a una velocidad de enfriamiento de 20°C/s o menor, preferiblemente 15°C/s o menor, más preferiblemente 10°C/s o menor. Antes de sumergirlo en el baño de deposición, el material de acero que se va a depositar puede someterse a un tratamiento de desengrasado alcalino y un tratamiento de decapado con el fin de mejorar la soldabilidad de la deposición, la adhesión de la deposición o similares.

50 Como para el método de depositar un material de acero que se va a depositar, puede usarse un método de realizar continuamente etapas de reducción-recocido de un material de acero que se va a depositar con calentamiento usando un sistema de horno de no oxidación → horno de reducción o un horno de reducción completo, sumergiéndolo en un baño de deposición, levantando el material de acero con depósito y controlando después un espesor de deposición predeterminado mediante un sistema de lavado con gas, enfriando el material de acero.

55 Puede usarse también un método de deposición de aplicar un tratamiento de fundente a la superficie de un material de acero que se va a depositar usando cloruro de cinc, cloruro de amonio u otros productos químicos, y después sumergir el material de acero en un baño de deposición.

5 Como para el método de preparación de un baño de deposición, puede fundirse con calor una aleación preparada previamente a una composición dentro del intervalo especificado en la presente invención, o puede usarse también un método de fusión con calor de las sustancias metálicas elementales respectivas o dos o más aleaciones en combinación para obtener una composición predeterminada. El fundido con calor puede realizarse por un método de fundir directamente la aleación de deposición en un baño de deposición o mediante un método de fundir previamente la aleación de deposición en un horno de pre-fusión y transferir el fundido a un baño de deposición. El método de usar un horno de pre-fundido es ventajoso, por ejemplo, en tanto que las impurezas tales como la escoria generada en la fusión de una aleación de deposición se retiran fácilmente o se facilita el control de la temperatura del baño de deposición, aunque el coste para la instalación del equipo es alto.

10 La superficie del baño de deposición puede cubrirse con un material resistente al calor tal como cerámico, vidrio y lana para reducir la cantidad de escoria tipo óxido generada resultante del contacto de la superficie del baño de con depósito de el aire. La velocidad de enfriamiento hasta el enfriamiento y la solidificación de la capa depositada por inmersión en caliente se ajusta a 20°C/s o menos y el aislamiento térmico se realiza en la condición de la fórmula (1) después de la solidificación, con lo que el tamaño promedio de floreado resulta ser 0,5 mm o mayor y se obtiene una buena capacidad de trabajado. Si la velocidad de enfriamiento supera el intervalo descrito anteriormente, el tamaño de floreado resulta ser fino y no solo se deteriora la capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada sino que también se ve afectado el aspecto de la superficie. Si no se lleva a cabo el aislamiento térmico en la condición de la fórmula (1), no se obtienen floreados con el tamaño deseado.

20 La velocidad de enfriamiento del material de acero con depósito después de la deposición por inmersión en caliente se controla en el intervalo entre la extracción del material de acero con depósito del baño de deposición por inmersión en caliente y cuando se completa la solidificación de la capa depositada. Como para el método específico, la velocidad de enfriamiento puede controlarse ajustando la temperatura de la atmósfera en la periferia del material de acero con depósito, ajustando la velocidad relativa de soplado de aire al material de acero con depósito o, si se desea, usando un quemador de calentamiento por inducción o de calentamiento de tipo combustión. La velocidad de enfriamiento del material de acero con depósito puede calcularse midiendo el tiempo después de que el material de acero con depósito se extrae del baño de deposición por inmersión en caliente hasta que se completa la solidificación de la capa depositada por inmersión en caliente. En este caso, puede confirmarse que se ha completado la solidificación de la capa depositada por inmersión en caliente observando el cambio en el estado de la superficie a simple vista. El tiempo hasta la solidificación puede determinarse dividiendo la distancia hasta que se completa la solidificación de la capa depositada por la velocidad de producción.

30 La velocidad de enfriamiento del material de acero con depósito después de completarse la solidificación de la capa depositada no está particularmente especificada, pero el material de acero con depósito se enfría preferiblemente a una velocidad de 30°C/s o mayor, porque el efecto de mejorar la capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada se potencia en mayor medida. Sin embargo, en la presente invención, el material de acero con depósito después de la solidificación debe aislarse térmicamente de forma adicional en las condiciones establecidas por la fórmula (1) anterior con el fin de obtener una buena capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada.

40 Como para el método de aislamiento térmico puede usarse, por ejemplo, un método de, en la producción continua de depósito por inmersión en caliente, recoger el material de acero con depósito mientras se mantiene a una temperatura mayor que la condición de temperatura especificada en la presente invención, y aislar térmicamente el material de acero con depósito tal cual. En el caso en el que el material de acero con depósito después de la producción continua de depósito por inmersión en caliente se enfría a una temperatura menor que la condición de temperatura especificada en la presente invención, por ejemplo, puede aplicarse un método de calentar y aislar térmicamente el material de acero con depósito usando una caja de calentamiento y aislamiento térmico o similar, o un método de una vez desenrollado el material de acero con depósito, re-calentarlo a una temperatura predeterminada usando un dispositivo de calentamiento por inducción o un horno de calentamiento continuo, y después recoger y aislar térmicamente el material de acero con depósito.

50 La superficie del material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente de la presente invención puede someterse, por ejemplo, a revestimiento con un material de revestimiento tal como un tipo resina de poliéster, un tipo resina de acrílico, un tipo fluororesina, un tipo resina de cloruro de vinilo, un tipo resina de uretano y un tipo resina epoxi por revestimiento con rodillo, revestimiento por pulverización, revestimiento por flujo cortina o revestimiento por inmersión, o a laminado de película laminando una película de plástico tal como una película de resina de acrílico. Cuando se forma un revestimiento sobre la capa depositada de esta manera, puede ejercerse una excelente resistencia a la corrosión en la parte plana de la superficie, la parte del borde de corte y la pieza trabajada por flexión en una atmósfera corrosiva.

## 55 Ejemplos

La presente invención se describe con mayor detalle a continuación.

Un material de acero que se va a depositar se sumerge en un baño que contiene un metal de deposición por inmersión en caliente que tiene una composición mostrada en la Tabla 1 y después se trata en las condiciones (composición de deposición, velocidad de enfriamiento a una temperatura en la que se completa la solidificación de

- la capa depositada, y la temperatura y el tiempo para el aislamiento térmico después de la solidificación) para producir un material de acero con depósito de aleación. En los Ejemplos de la Invención N° 1 a 19 y Ejemplos Comparativos N° 20 a 22, se desengrasó con álcali una chapa de acero laminada en frío que tiene un espesor de 0,8 mm antes de la deposición, se templó por reducción con calentamiento a 800°C en una atmósfera de N<sub>2</sub>-10% H<sub>2</sub> y, después del enfriamiento a 580°C, se sumergió en un baño de deposición por inmersión en caliente durante 2 segundos para formar una capa de con depósito de aleación sobre la superficie. El espesor de la película de depósito se controló de 10 a 15 μm. La temperatura del baño de deposición por inmersión en caliente se ajustó a 560°C en el Ejemplo de la Invención N° 9, a 640°C en el Ejemplo de la Invención N° 10 y a 605°C en otros. Después, se realizaron el enfriamiento y el aislamiento térmico en condiciones como las mostradas en la Tabla 1.
- 5
- 10 Después, la capa depositada se disolvió y se examinó la composición de cada parte depositada y la capa de aleación en la interfaz con la base de depósito mediante análisis químico. Se examinó el espesor de deposición comparando los pesos antes y después de la disolución. Asimismo, se observó la superficie mediante un microscopio óptico para examinar el tamaño de floreado (promedio). Al mismo tiempo, se evaluaron la capacidad de trabajado por flexión y la resistencia a la corrosión mediante los siguientes métodos.
- 15 (Ensayo de capacidad de trabajado por flexión)
- Se cortó un material de acero con depósito de aleación en un tamaño de 30 mm x 40 mm y se llevó a cabo el ensayo de trabajado por flexión de la capa depositada. En el ensayo de capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada, se llevó a cabo el trabajado por flexión 3T y después se observó una parte de 1 mm de longitud de la parte superior trabajada por flexión a través de un microscopio y se juzgó de acuerdo con los siguientes criterios.
- 20 Las clasificaciones A-C se juzgaron aptas.
- A: Sin grietas por flexión.
- B: De 1 a 5 grietas por flexión.
- C: De 6 a 10 grietas por flexión.
- D: Diez o más grietas por flexión.
- 25 (Ensayo de resistencia a la corrosión)
- Se llevó a cabo un ensayo de pulverización con agua salada del material de acero con depósito de aleación durante 20 días. Como para el método de medir la pérdida de peso por corrosión del depósito, el material después del ensayo de corrosión se sumergió en un baño de tratamiento que contenía 200 g/l de CrO<sub>3</sub> a una temperatura de 80°C durante 3 minutos y el producto de corrosión se disolvió y se retiró. La pérdida de peso por corrosión del depósito asociada con la corrosión se midió en términos de la masa. La resistencia a la corrosión se juzgó de acuerdo con los siguientes criterios de evaluación y las clasificaciones A y B se juzgaron aptas.
- 30
- A: Pérdida de peso por corrosión del depósito de 5 g/m<sup>2</sup> o menor.
- B: Pérdida de peso por corrosión del depósito de más de 5 g/m<sup>2</sup> a 10 g/m<sup>2</sup>.
- C: Pérdida de peso por corrosión del depósito de más de 10 g/m<sup>2</sup> a 20 g/m<sup>2</sup>.
- 35 D: Pérdida de peso por corrosión del depósito de más de 20 g/m<sup>2</sup>.

Tabla 1

Nº	Composición de depósito (% en masa)					Relación Si/Al (%)	Tamaño de floreado (mm)	Capa de aleación en la interfaz del depósito/material de acero base	Velocidad de enfriamiento después de la deposición por inmersión en caliente (°C/s)	Aislamiento térmico		Capacidad de trabajado por flexión	Resist. a la corrosión	Notas	
	Al	Cr	Mn	Si	Zn					Temp.	Tiempo				
1	55	0,5	-	1,6	0	resto	2,91	0,5	Fe, Al, Cr, Si	19	120	4	C-B	B	
2	55	0,5	-	1,6	0	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Cr, Si	15	100	10	B	B	
3	55	0,5	-	1,6	0	resto	2,91	3,0	Fe, Al, Cr, Si	10	150	5	A	B	
4	55	0,1	-	1,6	0	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Cr, Si	15	120	5	B	B	
5	55	0,5	-	1,6	0	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Cr, Si	15	150	3	B	B	
6	55	-	1	1,6	0	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Mn, Si	15	170	1,5	B	B	
7	55	0,5	2	1,6	0	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Cr, Mn, Si	15	110	6	B	B	
8	30	0,5	-	0,3	0	resto	1,00	1,0	Fe, Al, Cr, Si	14	130	3,5	B	B	
9	80	0,5	-	2	0	resto	2,50	1,0	Fe, Al, Cr, Si	15	160	2	B	A	
10	55	0,5	-	1,6	0,1	resto	2,91	1,1	Fe, Al, Cr, Si	14	150	1,5	B	B	
11	55	0,5	-	1,6	1	resto	2,91	0,5	Fe, Al, Cr, Si	19	100	8	C	A	
12	55	0,5	-	1,6	1	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Cr, Si	14	160	1	C-B	A	
13	55	0,5	-	1,6	1	resto	2,91	3,0	Fe, Al, Cr, Si	9	150	10	B	A	
14	55	0,5	-	1,6	4	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Cr, Si	13	260	1	C	A	
15	55	0,5	-	1,6	0	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Cr, Si	15	240	1	A	B	
16	55	0,5	-	1,6	0	resto	2,91	3,0	Fe, Al, Cr, Si	15	240	5	A	B	
17	55	0,5	-	1,6	0	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Cr, Si	15	190	1,5	A	B	
18	55	0,5	-	1,6	0	resto	2,91	1,0	Fe, Al, Cr, Si	15	190	5	A	B	
19	55	-	1	1,6	0	resto	2,91	1,5	Fe, Al, Mn, Si	15	150	10	A	B	
20	55	0,5	-	1,6	0	resto	2,91	0,3	Fe, Al, Cr, Si	30	-	-	D	B	
21	55	0,5	-	1,6	1	resto	2,91	0,2	Fe, Al, Cr, Si	30	-	-	D	B	
22	55	-	-	1,6	0	resto	2,91	0,2	Fe, Al, Si	30	-	-	D	C	Ejemplo Comparativo



5 Como resulta evidente a partir de la Tabla 1, en todos los Ejemplos de la Invención N° 1 a 19, la capacidad de trabajado por flexión y la resistencia a la corrosión son buenas. Por otro lado, en los Ejemplos Comparativos N° 20 a 22, puesto que la velocidad de enfriamiento después de la deposición es alta y el tamaño de floreado es pequeño, la capacidad de trabajado por flexión no es buena. En el Ejemplo Comparativo N° 22, puesto que Cr y Mn no están contenidos en la capa depositada, la resistencia a la corrosión es insuficiente.

**Aplicabilidad industrial**

10 El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente de la presente invención tiene una buena capacidad de trabajado por flexión de la capa depositada y puede usarse adecuadamente en el campo de uso para materiales de construcción, automóviles y aparatos domésticos, donde a menudo se requiere el trabajado por flexión de un material de acero, y el valor de utilidad industrial del mismo es muy alto. Adicionalmente, en el método de producción de un material de acero con depósito de la presente invención, puede usarse el equipo de deposición por inmersión en caliente existente tal cual, y un material de acero con depósito puede producirse de forma fácil y eficaz sin provocar un gran aumento del coste de producción.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión, que tiene una capa depositada que comprende, en términos de % en masa,
- 5           Al: del 25 al 85%,  
          uno o ambos de Cr y Mn: del 0,05 al 5%, y  
          Si: del 0,5 al 10% del contenido de Al, opcionalmente Mg: del 0,1 al 5%
- siendo el resto Zn e impurezas inevitables,
- en el que el tamaño promedio de floreado sobre la superficie depositada es 0,5 mm o mayor.
- 10   2. El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión según la reivindicación 1, en el que dicha capa depositada comprende de más del 0,1% en masa al 5% en masa de Cr.
3. El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión según la reivindicación 1 o 2, que tiene una capa aleada que contiene uno o ambos de Cr y Mn en la interfaz entre dicha capa depositada y el material de acero.
- 15   4. El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión como se ha descrito en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el tamaño promedio de floreado sobre la superficie depositada es de 1,0 mm o mayor.
- 20   5. El material de acero con depósito de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente con excelente capacidad de trabajado por flexión como se ha descrito en la reivindicación 4, en el que el tamaño promedio de floreado sobre la superficie depositada es de 3,0 mm o mayor.

Fig.1

