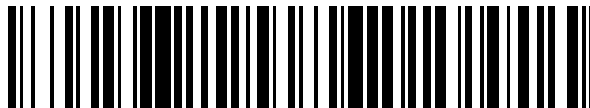


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 359**

51 Int. Cl.:

**C23C 22/60** (2006.01)

**B32B 15/18** (2006.01)

**C23C 22/42** (2006.01)

**C23C 22/83** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2014 PCT/JP2014/005750**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15072154**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2014 E 14861969 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 3070186**

54 Título: **Solución de tratamiento de conversión química y lámina de acero químicamente convertida**

30 Prioridad:

**14.11.2013 JP 2013235543**

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

**22.04.2020**

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL NISSHIN CO., LTD. (100.0%)  
3-4-1 Marunouchi, Chiyoda-ku  
Tokyo 100-8366, JP**

72 Inventor/es:

**IWAMIZU, YOSHIHARU;  
SHIMIZU, ATSUO;  
MATSUNO, MASANORI y  
YAMAMOTO, MASAYA**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 755 359 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**

Solución de tratamiento de conversión química y lámina de acero químicamente convertida

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a una lámina de acero químicamente tratada, y una solución de tratamiento químico para una lámina de acero enchapada con base en zinc.

**Antecedentes de la invención**

10 Las láminas de acero con chapa se han utilizado en muchas aplicaciones tales como automóviles, materiales de construcción, y algunos aparatos eléctricos domésticos. Típicamente, la superficie de la lámina de acero enchapada se somete a un tratamiento químico sin cromo para impartir resistencia a la corrosión sin engrasar. El tratamiento químico sin cromo se divide aproximadamente en tratamientos orgánicos y tratamientos orgánicos. Los tratamientos orgánicos permiten formar una película gruesa con una resina orgánica, mientras los tratamientos inorgánicos permiten que se forme una película delgada (grosor de la película: 1  $\mu\text{m}$  o menos) para obtener un punto para soldadura. Los tratamientos orgánicos pueden impartir una resistencia a la corrosión relativamente alta comparados con los tratamientos inorgánicos. Algunos de los tratamientos inorgánicos también exhiben alta resistencia a la corrosión en el mismo grado que los tratamientos orgánicos mediante el uso de lámina de acero enchapada a base de zinc con aluminio y magnesio en su capa de enchapado como una lámina original para el tratamiento químico.

15 Como el tratamiento inorgánico, por ejemplo, tratamientos inorgánicos a base de titanio, a base de zirconio, a base de molibdeno, y a base de sus complejos han sido desarrollados dependiendo de la diferencia en inhibidores de la corrosión. Además, con el fin de mejorar la resistencia a la corrosión, los tratamientos inorgánicos a los cuales además se agrega un agente de acoplamiento de silano, sol silice, un ácido orgánico, o similar, también se han desarrollado (véase, por ejemplo, PTL 1 a 3).

20 PTL 1 describe una lámina de acero químicamente tratada obtenida por la formación de una película de conversión química sin cromo que contiene un metal válvula y un fluoruro soluble del metal válvula en la superficie de una lámina de acero enchapada a base de zinc. PTL 2 describe una lámina de acero químicamente tratada obtenida por la formación de una película de conversión química sin cromo conteniendo: un compuesto de zirconio, un compuesto de vanadilo (sal de  $\text{VO}^{2+}$ ), y similar; un ácido orgánico; un compuesto de silice; un fluoruro; un lubricante; o similar en la superficie de una lámina de acero enchapada a base de zinc con Magnesio-Aluminio-Silicio. PTL 3 describe una lámina de acero químicamente tratada obtenida por la formación de una película de conversión química sin cromo con un compuesto de zirconio básico, un compuesto de vanadilo, un compuesto de fosfato, un compuesto de cobalto, un ácido orgánico, o similar en la superficie de una lámina de acero enchapada a base de zinc.

25 Como se describe en los PTL 1 a 3, los tratamientos químicos sin cromo en donde los inhibidores de la corrosión están en complejo, y un ácido orgánico, un fluoruro, un agente de acoplamiento de silano, o similar se agregan para potenciar la funcionalidad de la película de conversión química sin cromo, y que pueden impartir una más excelente resistencia a la corrosión de la película que la de la película obtenida por tratamientos de cromato convencionales. Sin embargo, cuando la lámina de acero químicamente tratada obtenida por la formación de la película de conversión química sin cromo en la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc se almacena por un largo período de tiempo bajo alta temperatura y un entorno húmedo, la lámina de acero químicamente tratada algunas veces tiene una superficie oscura de una capa de enchapado debido a la oxidación. El oscurecimiento de la superficie de la capa de enchapado no solamente rebaja el diseño, sino que también causa influencias adversas tales como la reducción del punto de soldadura. Este fenómeno es notablemente evidente particularmente en la lámina de acero enchapada a base de zinc con aluminio y magnesio en su capa de enchapado.

30 Como un medio para suprimir el oscurecimiento de la lámina de acero enchapada a base de zinc, PTL 4 propone un tratamiento químico orgánico en el cual coexisten un oxoato de molibdeno hexavalente y una amina. De acuerdo con la técnica de PTL 4, una amina forma un complejo con oxo-acido de molibdeno para suprimir la reacción del oxoato de molibdeno con una capa de enchapado con aleación de zinc, y de esta manera se forma un oxoato en complejo con molibdeno pentavalente o hexavalente (denominado "azul de molibdeno") en la película de conversión química. El oxoato de molibdeno pentavalente en la película de conversión química se convierte en el oxoato de molibdeno hexavalente a través de la reacción con oxígeno que penetra la película. En esta forma, el oxoato de molibdeno pentavalente en la película de conversión química atrapa el oxígeno que penetra en la película, de tal forma que la oxidación de la superficie de la capa de enchapado se suprime, y como un resultado el oscurecimiento también se suprime.

**Lista de Citas**

Literatura de Patente

55 PTL 1  
Solicitud de Patente Japonesa - Abierta No. 2002-194558  
PTL 2

Solicitud de Patente Japonesa - Abierta No. 2003-055777  
 PTL 3  
 WO2007/123276  
 PTL 4

5 Solicitud de Patente Japonesa - Abierta No. 2005-146340

10 El documento JP 2005-226155 (A) se refiere a una lámina de acero químicamente tratada, se usa una lámina de acero enchapada como un material de base, una película química que contiene resina orgánica, un compuesto metálico de válvula, se forma sal de amonio y/o aminos en la superficie del material base y la relación de nitrógeno (ratio de nitrógeno) que compone un grupo NCO al nitrógeno total en la película química se controla en el intervalo de 0,8 a 0,95, Para el compuesto metálico de válvula, se dan el óxido, el hidróxido, el fluoruro o similares de Ti, Zr, Hf, V, Nb, Mo, W, Si, Al o similares y, preferentemente, al menos una clase es oxoato que tiene propiedades oxidantes.

### **Breve descripción de la invención**

#### **Problema Técnico**

15 Con el fin de impartir una alta resistencia a la corrosión a la lámina de acero químicamente tratada, es necesario secar una solución de tratamiento químico aplicada a la superficie de la lámina de acero lo suficiente para formar una película insoluble. Cuando la temperatura de secado es baja y el secado es insuficiente, la resistencia a la corrosión se reduce notablemente. Por consiguiente, cuando la lámina de acero químicamente tratada se produce en una línea continua, es necesario secar la solución de tratamiento químico a una alta temperatura de una lámina de acero a una temperatura de aproximadamente 50 a 200°C, desde el punto de vista de ambos, la obtención de un secado y productividad suficientes.

20 Recientemente, la eliminación de CO<sub>2</sub> como una contramedida para el calentamiento global y ahorro de energía como una contramedida para la escasez de energía se han adquirido. En particular, con el fin de hacer frente al Alcance 3, se han requerido productos que contribuyan a la eliminación de CO<sub>2</sub> aún en la etapa en la cual se producen las materias primas para los productos. Por consiguiente, también en el tratamiento químico libre de cromo, se ha requerido reducir la temperatura de secado y reducir el tiempo de secado.

25 La presente invención se ha logrado en vista de los aspectos antes mencionados, y un objeto de la presente invención es proporcionar una lámina de acero químicamente tratada que es excelente en cuanto a la resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento obtenida por el uso de una lámina de acero enchapada a base de zinc como una lámina original, y que es capaz de ser producida aun cuando se seca una solución de tratamiento químico aplicada a baja temperatura y por un corto período de tiempo.

30 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una solución de tratamiento químico capaz de formar una película de conversión química que mejora la resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento aun cuando se seca a baja temperatura y por un corto período de tiempo.

#### **Solución al problema**

35 Los objetos anteriores se logran proporcionando una solución de tratamiento químico de acuerdo con la reivindicación 1 y una lámina de acero químicamente tratada de acuerdo con la reivindicación 2, Las realizaciones preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

40 Los inventores de la presente han estudiado el tratamiento químico libre de cromo para la lámina de acero enchapada a base de zinc en términos de la relación entre las condiciones del tratamiento (tales como la composición de la película d conversión química y la temperatura de secado) y varias propiedades de calidad. Como un resultado, los inventores de la presente han encontrado que es importante formar una película en complejo soluble con una pequeña cantidad residual de una sal soluble y un solvente, para potenciar la resistencia a la corrosión. Es decir, se ha encontrado que, cuando quedan cantidades excesivas de un fluoruro, un ácido orgánico, y una amina con un alto punto de ebullición en la película de conversión química, la resistencia a la corrosión se reduce notablemente. Particularmente, se ha encontrado que, la composición de la solución de tratamiento químico es bastante importante, porque cuando la solución de tratamiento químico se seca a una baja temperatura y por un corto período de tiempo, es menos probable que se forme un complejo de sal, y un fluoruro, un ácido orgánico, y una amina con una tendencia a quedar con un alto punto de ebullición.

45 Como un resultado del estudio intensivo en consideración a estos aspectos, los inventores de la presente han encontrado que los problemas antes descritos pueden resolverse mediante la formación de una película de conversión química usando una solución de tratamiento químico de acuerdo con la reivindicación 1, y además han estudiado como completar la presente invención.

50 Es decir, la presente invención se refiere a la siguiente solución de tratamiento químico: A una solución de tratamiento químico para revestir una lámina de acero enchapada a base de zinc con una capa de enchapado a base de zinc que contiene 0,1 a 22,0% en masa de aluminio, la solución de tratamiento químico que contiene un ion

de ácido de molibdeno, un ion de vanadio pentavalente, una amina, un oxoato de elemento del grupo 4 y un fosfato seleccionado del grupo que consiste en un fosfato ácido de diamonio, un fosfato diácido de amonio y fosfato de triamonio, en el cual la amina tiene un peso molecular de 80 o menos, la relación molar del molibdeno al vanadio en la solución de tratamiento químico es 0,4 a 5,5, una relación molar de la amina al vanadio en la solución de tratamiento químico es 0,3 o más, un contenido de una resina hidrófila en la solución de tratamiento químico a lo sumo de 100% en masa con base en una cantidad total del vanadio y el molibdeno en la solución de tratamiento químico, un contenido total de flúor derivado de un ion de flúor o un ion fluorometálico en la solución de tratamiento químico es a lo sumo 30% en masa con base en la cantidad total de vanadio y el molibdeno en la solución de tratamiento químico, y un contenido de silicio derivado de un grupo silanol en la solución de tratamiento químico es a lo sumo 50% en masa con base en la cantidad total de vanadio y el molibdeno en la solución de tratamiento químico. La solución de tratamiento químico comprende una amina, en donde la amina tiene un peso molecular de 80 o menor.

Además, la presente invención se refiere a la siguiente lámina de acero químicamente tratada: Laminado de acero químicamente tratado, formado aplicando la solución de tratamiento químico de acuerdo con 1 a la superficie de una lámina de acero a base de cinc y secando la misma, incluyendo una lámina de acero enchapada a base de zinc con una capa de enchapado a base de zinc que contiene 0,1 a 22,0% en masa de aluminio, y una película de conversión química dispuesta en la capa de enchapado a base de zinc, en donde la película de conversión química incluye una primera capa de conversión química dispuesta en una superficie de la capa de enchapado a base de zinc y que contiene vanadio, molibdeno y fósforo, y una segunda capa de conversión química dispuesta en la primera capa de conversión química y que contiene un oxoato del elemento del grupo 4, y un porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto en la película de conversión química es 0,7 o más. La lámina de acero químicamente tratada de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el oxoato del elemento del grupo 4 es un oxoato de zirconio, y la película de conversión química contiene de 1 a 60 partes en masa de molibdeno, 2 a 20 partes en masa de vanadio, y 10 a 50 partes en masa de fósforo, con base en 100 partes en masa de zirconio.

La lámina de acero químicamente tratada de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en donde la lámina de acero enchapada a base de zinc es una lámina de acero enchapada con zinc que contiene aluminio y magnesio calientes que contiene una capa de enchapado de zinc que contiene 0,1 a 22,0% en masa de aluminio y 1,5 a 10,0% en masa de magnesio.

### **Efectos Ventajosos de la Invención**

De acuerdo con la presente invención, es posible producir una lámina de acero químicamente tratada con una excelente resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento aun cuando se aplica una solución de tratamiento químico a la superficie de una lámina de acero enchapada a base de zinc que se seca a baja temperatura y por un corto período de tiempo.

### **Breve descripción de las figuras**

La FIG. 1 es una imagen TEM de una sección transversal de un espécimen de prueba de un ejemplo de la lámina de acero químicamente tratada de acuerdo con la presente invención producida a una temperatura de secado de 80°C;

La FIG. 2 es un diagrama que muestra una distribución del elemento del espécimen de prueba desde su superficie hacia la dirección de la profundidad; y

La FIG. 3 es un diagrama que muestra el perfil de intensidad de la energía de unión química correspondiente a la órbita 2p de vanadio en la interface entre una película de conversión química y la interface de la capa de enchapado de un espécimen de prueba del otro ejemplo de la lámina de acero químicamente tratada de acuerdo con la presente invención.

### **Descripción detallada de la invención**

El laminado de acero químicamente tratado de la presente invención incluye una lámina de acero enchapada a base de zinc (lámina original para el tratamiento químico) y una película de conversión química formada en una superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc. En lo sucesivo, cada elemento constituyente se describirá.

[Laminado de acero enchapado a base de Zinc]

Como se usa la lámina original para el tratamiento químico, a lámina de acero enchapada a base de zinc con una excelente resistencia a la corrosión y el diseño. Como se utiliza en la presente, el término "lámina de acero enchapada a base de zinc" significa una lámina de acero enchapada con una capa de enchapado a base de zinc que contiene de 0,1 a 22,0% en masa de aluminio y 50% en masa o más de zinc. Los ejemplos de lámina de acero enchapada a base de zinc incluyen lámina de acero enchapada con zinc caliente (GI), lámina de acero enchapada con aleación de zinc (GA), lámina de acero enchapada con zinc-aluminio caliente, y lámina de acero enchapada con zinc-aluminio-magnesio caliente. Las capas de enchapado de la lámina de acero enchapada con zinc caliente (GI) y la lámina de acero enchapada con aleación de zinc caliente (GA) también contienen 0,1% en masa o más de aluminio para prevenir la oxidación. La lámina de acero enchapada a base de zinc puede producirse por un proceso de plaqué en caliente, un proceso de electro-enchapado, un proceso de enchapado por deposición de vapor, o

similar.

Por ejemplo, la lámina de acero enchapada con zinc-aluminio-magnesio caliente puede producirse por el proceso de enchapado en caliente usando un baño de enchapado de aleación que contiene de 1,0 a 22,0% en masa de aluminio y de 1,5 a 10,0% en masa de magnesio, con la parte residual siendo sustancialmente zinc. Con el fin de mejorar la adherencia entre un sustrato de acero y una capa de enchapado, puede agregarse silicio el cual suprime el crecimiento de una capa de aleación de aluminio-hierro en la interface entre el sustrato de acero y la capa de enchapado al baño de enchapado en un intervalo de 0,005 a 2,0% en masa. Además, con el fin de suprimir la generación y el crecimiento de la fase  $Zn_{11}Mg_2$  que causa una influencia adversa en su apariencia exterior y resistencia a la corrosión, puede agregarse titanio, boro, aleación de titanio-boro y un compuesto que contiene titanio o un compuesto que contiene boro al baño de enchapado. Las cantidades de adición de estos compuestos preferiblemente se determinan de tal forma que el titanio está dentro de un intervalo de 0,001 a 0,1% en masa y el boro dentro de un intervalo de 0,0005 a 0,045% en masa.

El tipo de sustrato de acero de la lámina de acero enchapada a base de zinc no está particularmente limitado. Los ejemplos del sustrato de acero incluyen acero común, acero con baja aleación, y acero inoxidable.

#### [Película de Conversión Química]

Una película de conversión química se forma en la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc. La película de conversión química mejora la resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento de la lámina de acero enchapada a base de zinc. La película de conversión química incluye una primera capa de conversión química (capa de reacción) colocada en la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc y principalmente compuesta de vanadio, molibdeno y fósforo, y una segunda capa de conversión química colocada en la primera capa de conversión química y principalmente compuesta de un oxoato del elemento del grupo 4.

Como se utiliza en la presente, el término "resistencia a la corrosión" incluye una o ambas de la corrosión de la parte plana y la resistencia a la corrosión de parte trabajada. "La resistencia a la corrosión de la parte trabajada" es la resistencia a la corrosión de una parte sometida al trabajo (parte trabajada) tal como un trabajo de doblado en donde la lámina de acero químicamente tratada se deforma, y "resistencia a la corrosión de la parte plana" es la resistencia a la corrosión de una parte diferente a la parte de trabajo en la lámina de acero químicamente tratada.

#### [Solución de Tratamiento Químico]

La película de conversión química se forma por la aplicación y secado de una solución de tratamiento químico alcalina de acuerdo con la reivindicación 1. Al ajustar el pH de la solución de tratamiento químico para hacerse alcalina, es posible formar una primera capa de conversión química (capa de reacción) sin usar flúor aun sobre una parte de aluminio de la superficie de la capa de enchapado con menos reactividad. Al usar la solución de tratamiento químico de tal composición, se hace posible formar una película de conversión química que puede mejorar la resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento de la lámina de acero enchapada a base de zinc, aun cuando la solución de tratamiento químico se seca a baja temperatura y por un corto período de tiempo. El vanadio derivado del ion de vanadio pentavalente, el molibdeno derivado del ion ácido de molibdeno y el fósforo derivado del fosfato se localizan en la primera capa de conversión química. Además, el oxoato del elemento del grupo 4 se localiza en la segunda capa de conversión química. A continuación, se describirá cada elemento contenido en la solución de tratamiento químico.

##### 1) Ion ácido de molibdeno

Un molibdato estabiliza la valencia del vanadio en la solución de tratamiento químico, y mejora la resistencia al oscurecimiento y la resistencia a la corrosión de la lámina de acero químicamente tratada. Se deduce que un ion ácido de molibdeno (en lo sucesivo, también referido como ion de ácido Mo) forma un complejo con un ion de vanadio pentavalente (en lo sucesivo, también referido como ion pentavalente de V) en la solución de tratamiento químico alcalina para por lo tanto estabilizar la valencia del vanadio para así ser pentavalente.

La relación molar del molibdeno al vanadio en la solución de tratamiento químico, es decir, la relación molar de un elemento de molibdeno derivado de un molibdato a un elemento de vanadio derivado de un ion de vanadio pentavalente (Mo/V) en la solución de tratamiento químico está dentro del intervalo de 0,4 a 5,5. Cuando la relación molar del elemento de molibdeno al elemento de vanadio es menor de 0,4, existe la preocupación de que la valencia del vanadio no pueda conservar pentavalente. Cuando la relación molar del elemento de molibdeno al elemento de vanadio es mayor de 5,5, es más probable que un ion de ácido Mo forme un ácido condensado, y el ion de ácido Mo que forma un complejo con el ion pentavalente de V se hace insuficiente, de tal forma que es una preocupación que la valencia de V pueda no ser estable.

Además, cuando se forma una película de conversión química usando una solución de tratamiento químico en la cual coexiste un ion ácido de molibdeno y una amina, se forma un complejo de oxoato de molibdeno pentavalente o hexavalente en la película de conversión química.

Cuando se forma una película de conversión química, en una condición alcalina, usando la solución de tratamiento

químico en donde un ion de vanadio pentavalente, un ion ácido de molibdeno y una amina coexisten, el molibdeno preferencialmente reacciona con la superficie de la capa de enchapado junto con el ion de vanadio pentavalente y fósforo para formar una primera capa de conversión química (capa de reacción) en la superficie de la capa de enchapado. En esta forma, el ion ácido de molibdeno forma una capa de reacción uniforme en la superficie de la capa de enchapado junto con el ion de vanadio pentavalente y el fósforo, y de esta forma se mejora la resistencia al oscurecimiento. Además, debido a la co-existencia del ion ácido de molibdeno y la amina, se forma un complejo de oxoato de molibdeno pentavalente o hexavalente en la película de conversión química, cuyo de molibdeno pentavalente se oxida para por lo tanto formar una película oxidada; la película oxidada también contribuye en el mejoramiento de la resistencia a la corrosión. Además, cuando ocurre el efecto de entramado, la capa de enchapado se considera que exhibe una apariencia exterior gris con el brillo metálico siendo suprimido además debido a una mayor absorción de la luz de una longitud de onda en la región visible.

El tipo de ion ácido de molibdeno no está particularmente limitado mientras el ion ácido de molibdeno pueda llevar a cabo las funciones antes mencionadas. Los ejemplos de molibdato incluyen ácido de molibdeno, molibdato de amonio, y una sal metálica alcalina de ácido de molibdeno. Entre estos el ácido de molibdeno o molibdato de amonio son particularmente preferidos desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión. La cantidad de molibdeno contenida en la película de conversión química está preferiblemente en el intervalo de 1 a 60 partes en masa con base en 100 partes en masa de un grupo de metal 4 (por ejemplo, zirconio). Cuando la cantidad de molibdeno es menor de 1 parte en masa, existe la inquietud de que la resistencia al oscurecimiento no se pueda mejorar lo suficiente. Cuando la cantidad de molibdeno es mayor de 60 partes en masa, la cantidad de un molibdato sin reaccionar con la superficie de la capa de enchapado se hace excesiva, de tal forma que existe la inquietud de que se reduzca la resistencia a la corrosión de la parte trabajada.

## 2) Ion de vanadio pentavalente

Un ion de vanadio pentavalente contribuye no solamente en el mejoramiento de la resistencia a la corrosión sino también en el mejoramiento de la resistencia al oscurecimiento. Cuando una forma una película de conversión química, en una condición alcalina, usando una solución de tratamiento químico en donde coexisten un ion de vanadio pentavalente, un ion ácido de molibdeno y una amina, el vanadio preferencialmente reacciona con la superficie de la capa de enchapado junto con el ácido de molibdeno y el fósforo para formar una primera capa de conversión química (capa de reacción) en la superficie de la capa de enchapado. En esta forma, el vanadio forma una capa de reacción uniforme en la superficie de la capa de enchapado junto con el ácido de molibdeno y un metal del grupo 4, y de esta forma se mejora la resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento.

El tipo de ion de vanadio pentavalente no está particularmente limitado mientras el ion de vanadio pentavalente pueda llevar a cabo las funciones antes mencionadas. Los ejemplos de ion de vanadio pentavalente incluyen metavanadato de amonio, metavanadato de sodio, metavanadato de potasio, y un vanadato obtenido por la disolución de pentóxido de vanadio con una amina. En todos estos compuestos de vanadio, la valencia del vanadio es pentavalente (en lo sucesivo, el vanadio que tiene una valencia de 5 también es referido como "V pentavalente"). Entre éstos, el metavanadato de amonio, o un vanadato obtenido por la disolución de pentóxido de vanadio con una amina es particularmente preferido desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión.

Generalmente, el ion pentavalente de V en la solución de tratamiento químico tiene una valencia de baja estabilidad. Por consiguiente, si el ion pentavalente de V en la solución de tratamiento químico se deja sola, la concentración del ion pentavalente de V falla para alcanzar una concentración a la cual se forma una capa de reacción. De esta forma, como se describe anteriormente, la co-existencia con el molibdato en una condición alcalina aumenta la concentración del ion pentavalente de V en la solución de tratamiento químico. Además, se considera que el ion pentavalente de V no tiene una más alta solubilidad en la solución de tratamiento químico que una ion de vanadio divalente a tetravalente a través de la reducción por un ácido orgánico o similar, y de esta forma es más probable que preferencialmente se precipite en la superficie de la capa de enchapado para generar una reacción.

El contenido de ion de vanadio pentavalente en la solución de tratamiento química es preferiblemente de 8 g/l o menor en términos del átomo de vanadio. Cuando este contenido es mayor de 8 g/l, la estabilidad de la solución de tratamiento químico se reduce, de tal forma que existe la posibilidad de la formación de un precipitado cuando la solución de tratamiento químico se almacena a temperatura ambiente durante aproximadamente un mes. En esta conexión, en un caso en donde la solución de tratamiento químico se usa inmediatamente después de su producción, el problema antes mencionado de estabilidad no ocurre aun cuando el contenido antes mencionado es mayor de 8 g/l.

La cantidad de vanadio contenida en la solución de tratamiento químico está preferiblemente dentro del intervalo de 2 a 20 partes en masa con base en 100 partes en masa de un metal del grupo 4 (por ejemplo, zirconio). Cuando la cantidad de vanadio es menor de 2 partes en masa, existe la inquietud de que la resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento no puedan mejorar de forma suficiente. Cuando la cantidad de vanadio es mayor de 20 partes en masa, existe la inquietud de que la cantidad de vanadio pentavalente que no reacciona con la superficie de la capa de enchapado se haga excesiva, causando la reducción de la resistencia a la corrosión.

El porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto en la película de conversión química es

de 0,7 o más. Cuando el porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto es menor de 0,7, existe la inquietud de que la resistencia al oscurecimiento no pueda mejorarse suficientemente.

### 3) Amina

Una amina disuelve un compuesto que contiene ion vanadio pentavalente (en lo sucesivo, también referida como "sal de vanadio pentavalente") en la solución de tratamiento químico mientras se mantiene la valencia del vanadio para ser pentavalente (tetraivalente cuando se usa un ácido orgánico), y también forma un oxoato de complejo de molibdeno pentavalente o hexavalente de un molibdato. La amina es preferiblemente una amina con un bajo punto de ebullición. La amina con un bajo punto de ebullición es una amina que tiene un peso molecular de 80 o menor generalmente tiene un bajo punto de ebullición, y difícilmente se queda en una película de conversión química aun cuando la solución de tratamiento químico se seca a baja temperatura y por un corto período de tiempo, de tal forma que la amina puede contribuir al mejoramiento de la resistencia a la corrosión. Los ejemplos de amina con un bajo punto de ebullición incluyen amoníaco (usado como amoníaco acuoso), etanolamina, 1-amino-2-propanol, y etilendiamina. Cuando permanece una cantidad excesiva de amina en la película de conversión química después de haberse secado, la resistencia a la corrosión de la lámina de acero químicamente tratada se reduce indeseablemente debido a la elución de una amina. Por consiguiente, la cantidad de la amina que permanece en la película de conversión química es preferiblemente 10% en masa o menor en términos de nitrógeno desde el punto de vista la prevención de la reducción de la resistencia a la corrosión de la lámina de acero químicamente tratada. Mediante el uso de una amina con un peso molecular de 80 o menor, la cantidad de la amina restante puede ser de 10% en masa o menor en términos de nitrógeno.

Mediante la disolución de una sal de vanadio pentavalente en una amina líquida o una solución de amina acuosa, la sal de vanadio pentavalente con baja solubilidad en agua puede mezclarse con una solución de tratamiento químico mientras se mantiene la valencia del vanadio para ser pentavalente. Cuando se disuelve la sal de vanadio pentavalente en una amina líquida, la adición de la solución resultante a la solución acuosa que contiene un molibdato permite preparar una solución de tratamiento químico. Además, cuando se disuelve la sal de vanadio pentavalente en una solución de amina acuosa, se puede agregar una sal de vanadio pentavalente después del molibdato y la amina para por lo tanto preparar directamente una solución de tratamiento químico, o una sal de vanadio pentavalente puede disolverse en la solución de amina acuosa, y después la solución resultante puede agregarse a la solución acuosa que contiene un molibdato a una solución de tratamiento químico preparada. Típicamente, una solución acuosa que contiene vanadio tetraivalente ( $V^{4+}$ ) es azul, mientras una solución acuosa que contiene vanadio pentavalente ( $V^{5+}$ ) es amarilla, y de esta forma es posible suponer la valencia del vanadio del color de la solución de tratamiento químico.

Como se describe anteriormente, cuando se usa un vanadato como una sal de vanadio, el pentóxido de vanadio se disuelve en una amina para preparar un vanadato. En este momento, se genera calor en la disolución del vanadio pentavalente en una amina. Existe la inquietud de que el vanadio pentavalente pueda ser reducido a vanadio tetraivalente en un entorno de alta temperatura de 40°C o más alta. De esta forma, con el fin de disolver la sal de vanadio pentavalente en una amina mientras se mantiene la valencia del vanadio a ser pentavalente, es necesario mantener una temperatura ambiental del vanadio pentavalente a menos de 40°C. El método en donde la temperatura ambiental se mantiene a menos de 40°C no está particularmente limitado. Por ejemplo, la adición de pentóxido de vanadio a la solución de amina (dilución de la amina y del pentóxido de vanadio) puede mantener la temperatura ambiental a menos de 40°C.

La relación molar de la amina al vanadio en la solución de tratamiento químico es de 0,3 o más. Cuando esta relación molar es menor de 0,3, existe la inquietud de que la valencia del vanadio no se mantenga como pentavalente. La relación molar de la amina al vanadio es preferiblemente 10 o menor desde el punto de vista de no permitir el efecto de mantener que la valencia del vanadio alcance una meseta, y de suprimir el costo de la amina.

### 4) Oxoato de elemento del grupo 4

Un oxoato del grupo del metal 4 forma una densa película de conversión química densa para mejorar la resistencia a la corrosión. Es decir, debido a que es difícil formar una película de conversión química densa con una solución de tratamiento químico que contiene solamente un molibdato y una sal de vanadio, es posible formar una película de conversión química con una alta propiedad de barrera por medio del entrelazamiento de molibdeno y vanadio con además la adición del oxoato del grupo del metal 4.

El tipo de oxoato del grupo del metal 4 no está particularmente limitado. Los ejemplos del oxoato del grupo del metal 4 incluyen titanio, zirconio, y hafnio. Los ejemplos del tipo de oxoato incluyen sal ácida soluble en agua, sal de amonio, sal de metal alcalino, y sal de metal alcalinotérreo. Entre estos, una sal de amonio de oxoato del grupo del metal 4 es preferida, y el carbonato de zirconio de amonio es particularmente preferido, desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión.

### 5) Fosfato

La solución de tratamiento químico además contiene un fosfato. El fosfato funciona con el oxoato del grupo del metal 4 para por lo tanto formar una película de conversión química densa, de esta forma mejorando la resistencia a la

corrosión. El fosfato se selecciona del grupo que consiste en un fosfato ácido de diamonio, fosfato diácido de amonio y fosfato de triamonio, que pueden suficientemente mejorar la resistencia a la corrosión, son preferidos, aun cuando se seca a baja temperatura y por un corto período de tiempo. La cantidad de fósforo en la película de conversión química está preferiblemente en un intervalo de 10 a 50 partes en masa con base en 100 partes en masa del grupo de metal 4 (por ejemplo, zirconio). Cuando la cantidad de fósforo es menor de 10 partes en masa, una grieta que constituye un defecto es más probable que ocurra en la película de conversión química, de tal forma que existe la inquietud de que la resistencia a la corrosión pueda reducirse. Cuando la cantidad de fósforo es de más de 50 partes en masa, un fosfato sin reaccionar permanece en la película de conversión química, de tal forma que existe la inquietud de que la resistencia a la corrosión pueda reducirse.

Notar que, cuando el componente específico que se usa en el tratamiento químico libre de cromo tradicional se agrega a la solución de tratamiento químico antes mencionada, las características esperadas de la lámina de acero químicamente tratada pueden ser insuficientes. Por ejemplo, un cierto tipo de resina orgánica, un agente de acoplamiento de silano, o ácido orgánico se adiciona, un ion pentavalente de V es más probable que se reduzca a un ion de vanadio tetravalente, de tal forma que la resistencia al oscurecimiento puede reducirse. Además, un grupo funcional con una polaridad es adsorbido en la superficie del enchapado, y de esta forma se inhibe la formación de una capa de reacción en esa porción, de tal forma que existe la inquietud de que resistencia a la corrosión pueda reducirse. Este fenómeno también puede observarse cuando se adiciona un auxiliar de formación de película (un solvente tal como de butil celosolve) para formar una película de una resina orgánica acuosa a una baja temperatura. De esta forma, es preferible que la solución de tratamiento químico de la presente invención no contenga el ácido orgánico, la resina orgánica, el agente de acoplamiento de silano y el auxiliar formador de película.

Los componentes específicos antes mencionados no están sustancialmente contenidos en la solución de tratamiento químico. Como se utiliza en la presente, el término "no está sustancialmente contenido" significa que "puede estar contenido en tal intervalo que se obtienen los efectos antes descritos de la presente invención" y también significa que "preferiblemente no está contenido para nada desde el punto de vista de la notable obtención de los efectos de la presente invención antes mencionados". Los ejemplos del componente específico incluyen una resina hidrófila, flúor derivado de un ion de flúor o un ion fluorometálico, y silicio derivado de un grupo silanol.

La resina hidrófila es una resina disuelta o dispersada uniformemente en un medio acuoso, y contiene un grupo funcional hidrófilo en una cantidad suficiente para permitir que la resina se disuelva o disperse uniformemente en el medio acuoso. La resina hidrófila también puede ser referida como una resina acuosa. Cualquier tipo de resina hidrófila o dos o más de sus tipos pueden emplearse. Los ejemplos de resina hidrófila incluyen una resina que se disuelve o dispersa uniformemente en un medio acuoso para aumentar la viscosidad del medio acuoso; sus ejemplos más específicos incluyen resina acrílica, una poliolefina, una resina epoxi, y poliuretano, que tiene un grupo funcional hidrófilo según sea necesario debido a la modificación. Los ejemplos de grupo funcional hidrófilo incluyen un grupo hidroxilo, un grupo carboxi, y un grupo amino. Puede emplearse ya sea un tipo de grupo funcional hidrófilo o dos o más de sus tipos, también.

Incidentalmente, en la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc, existe un grupo polar que típicamente existe en la superficie de un metal, tal como un grupo hidroxilo. La capa de reacción antes mencionada se considera que se formará a través de una interacción específica del grupo polar con un componente que constituye la capa de reacción, tal como molibdeno y vanadio en la solución de tratamiento químico.

Por consiguiente, se considera que, cuando existe una gran cantidad de la resina hidrófila en la solución de tratamiento químico, el grupo funcional hidrófilo experimenta una interacción tal como una unión a hidrógeno o condensación por deshidratación con el grupo polar en la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc, de tal forma que el grupo polar que interactúa con un componente en la capa de reacción se hace insuficiente con relación al componente en la capa de reacción, y como un resultado se inhibe la formación de la capa de reacción, causando que las características esperadas de la lámina de acero químicamente tratada sean insuficiente.

Por las razones antes mencionadas, el contenido aceptable de la resina hidrófila en la solución de tratamiento químico es a lo sumo 100% en masa (es decir, 100% en masa o menor) con base en la cantidad total de vanadio y molibdeno en la solución de tratamiento químico. Cuando el contenido de la resina hidrófila es mayor de 100% en masa, se inhibe la formación de la capa de reacción, de tal forma que las funciones esperadas tales como resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento en la lámina de acero químicamente tratada pueden ser insuficientes. Desde el punto de vista de funciones esperadas suficientemente exhibidas en la lámina de acero químicamente tratada, el contenido de la resina hidrófila es preferiblemente tan pequeño como sea posible; por ejemplo, su contenido es preferiblemente 50% en masa o menor, más preferible 20% en masa o menor, y de preferencia 0% en masa.

El flúor derivado de un ion de flúor o un ion fluorometálico puede exhibir acciones de grabado en la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc para formar una capa de un fluoruro. Los ejemplos de flúor incluyen  $F^-$  y  $MF_6^{2-}$ . Como se utiliza en la presente, "M" denota un elemento de metal tetravalente, por ejemplo, zirconio, titanio, o silicio. Los ejemplos del componente antes mencionado que sirve como un origen del flúor incluyen fluoruro de potasio (KF), fluoruro de titanio de amonio  $((NH_4)_2TiF_6)$ , y ácido hidrofluosilícico  $(H_2SiF_6)$ . Cualquier tipo de flúor o dos o más de sus tipos puede emplearse.



Se considera que, cuando existe una gran cantidad de flúor en la solución de tratamiento químico, la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc se disuelve por la acción de grabado del flúor, y el flúor en la solución de tratamiento químico se concentra en la porción disuelta, el fluoruro después formando una capa en la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc, de tal forma que el grupo polar, que se expone a la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc, que interactúa con el componente en la capa de reacción se hace insuficiente con relación al componente en la capa de reacción, resultando en la inhibición de la formación de la capa de reacción, causando que las características esperadas de la lámina de acero químicamente tratada sean insuficientes. Los ejemplos del componente que ocurre debido a la disolución de la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc incluyen  $Zn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ , y  $Mg^{2+}$ , y los ejemplos de flúor incluyen  $ZnF_2$ ,  $AlF_3$ , y  $MgF_2$ . Se nota que el flúor puede confirmarse en la lámina de acero químicamente tratada espectroscopia de fotoelectrón de rayos-X (XPS).

Por las razones antes mencionadas, el contenido total de flúor derivado de un ion de flúor o un ion fluorometálico en la solución de tratamiento químico es a lo sumo 30% en masa (es decir, 30% en masa o menor) con base en la cantidad total de vanadio y molibdeno en la solución de tratamiento químico. Cuando el contenido de flúor es mayor de 30% en masa, la formación de la capa de reacción puede inhibirse, de tal forma que las funciones esperadas tales como resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento en la lámina de acero químicamente tratada pueden ser insuficientes. Desde el punto de vista de exhibir suficientemente las funciones esperadas en la lámina de acero químicamente tratada, el contenido de flúor es preferiblemente tan pequeño como sea posible; por ejemplo, su contenido es preferiblemente 10% en masa o menor, más preferible 5% en masa o menor, y de preferencia 0% en masa.

El derivado de silicio derivado de un grupo silanol tiene un grupo hidroxilo. Por consiguiente, se considera que, cuando la solución de tratamiento químico contiene el silicio, la existencia del silicio derivado de un grupo silanol inhibe la formación de la capa de reacción, por una razón similar a la de la resina hidrófila. Es decir, se considera que, cuando existe una gran cantidad de silicio en la solución de tratamiento químico, el grupo hidrófilo en el grupo silanol experimenta una interacción tal como unión a hidrógeno o condensación por deshidratación con el grupo polar en la superficie de la lámina de acero enchapada a base de zinc, de tal forma que el grupo polar para interactuar con un componente en la capa de reacción se hace insuficiente con relación al componente en la capa de reacción, y como resultado se inhibe la formación de la capa de reacción, causando que las características esperadas de la lámina de acero químicamente tratada sean insuficientes. Los ejemplos del componente que sirve como un origen del silicio incluyen un agente de acoplamiento de silano; los ejemplos más específicos de éste incluyen 3-aminopropiltrimetoxisilano, 3-glicidoxipropiltriethoxisilano, y viniletoxisilano.

Por las razones antes mencionadas, el contenido del silicio derivado de un grupo silanol en la solución de tratamiento químico es a lo sumo 50% en masa (es decir, 50% en masa o menor) con base en la cantidad total de vanadio y molibdeno en la solución de tratamiento químico. Cuando el contenido de silicio es mayor de 50% en masa, la formación de la capa de reacción puede inhibirse, de tal forma que las funciones esperadas tales como resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento en la lámina de acero químicamente tratada pueden ser insuficientes. Desde el punto de vista de exhibir suficientemente las funciones esperadas en la lámina de acero químicamente tratada, el contenido de silicio es preferiblemente tan pequeño como sea posible; por ejemplo, su contenido es preferiblemente 20% en masa o menor, más preferible 10% en masa o menor, y de preferencia 0% en masa.

La existencia y el contenido de resina hidrófila, flúor, o silicio en la solución de tratamiento químico puede determinarse usando analizadores conocidos tales como espectrómetro para espectroscopia infrarroja (IR), espectrómetro para resonancia magnética nuclear (NMR), analizador de emisión de plasma inductivamente acoplado (ICP), y analizador de rayos-x fluorescente.

El método para identificar la estructura de una película de conversión química no está particularmente limitado. Por ejemplo, es posible confirmar que una película de conversión química incluye una primera capa de conversión química y una segunda capa de conversión química, mediante la observación de la sección transversal de la lámina de acero químicamente tratada usando un microscopio de electrón de transmisión (TEM). Además, puede usarse la medición de rayos-X dispersables con energía (EDS) para identificar un componente contenido en cada capa de conversión química. Además, puede usarse la espectrometría de emisión óptica de descarga de brillo (GDS) para identificar la distribución de cada componente. Además, puede usarse la espectroscopia de rayos-X (XPS) para identificar el porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto en la película de conversión química.

[Método para la Formación de la Película de Conversión Química]

Como se describió anteriormente, una película de conversión química es forma por la aplicación de una solución de tratamiento químico que contiene cada componente antes mencionado en la superficie de una lámina de acero enchapada a base de zinc, y el secado de la misma.

El método de aplicación de la solución de tratamiento químico no está particularmente limitado. Los ejemplos del método de aplicación de la solución de tratamiento químico incluyen el método de revestimiento con rodillo, el

método de revestimiento giratorio<sup>9</sup>, y el método de revestimiento por aspersión. La cantidad de deposición de la solución de tratamiento químico está preferiblemente dentro de un intervalo de 50 a 1.000 mg/m<sup>2</sup>. Cuando la cantidad de la deposición es menor de 50 mg/m<sup>2</sup>, la resistencia a la corrosión no puede mejorarse de forma suficiente. Cuando la cantidad de deposición es mayor de 1.000 mg/m<sup>2</sup>, la resistencia a la corrosión indeseablemente se vuelve excesiva. Además, tomando en cuenta el punto de soldadura, la cantidad de deposición de la película de conversión química está más preferible dentro de un intervalo de 50 a 500 mg/m<sup>2</sup>.

La temperatura de secado de la solución de tratamiento químico (una temperatura de la lámina) puede ser a una temperatura ordinaria, pero preferiblemente a 30°C o más alta. La solución de tratamiento químico de la presente invención puede mejorar la resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento aun cuando se seca a baja temperatura y por un largo período de tiempo. Cuando la temperatura del secado excede 120°C, aparece indeseablemente una grieta debido al encogimiento del volumen de la película de conversión química como un resultado de, por ejemplo, la rápida descomposición de los componentes de amoníaco, de tal forma que existe la inquietud de que la resistencia a la corrosión de la lámina de acero químicamente tratada pueda reducirse. Por lo tanto, la temperatura de secado de la solución de tratamiento químico está dentro del intervalo de preferiblemente 30 a 120°C, y más preferible 35 a 85°C.

Como se describe anteriormente, la solución de tratamiento químico de acuerdo con la reivindicación 1 contiene los componentes antes mencionados, y el molibdato y la amina están contenidos a la proporción específica antes mencionada a la sal de vanadio. Además, la solución de tratamiento químico de la presente invención ni contiene la resina hidrófila antes mencionada, ni el flúor derivado de un ion de flúor o un ion fluorometálico, ni silicio derivado de un grupo silanol, o alternativamente solo contiene estos elementos hasta una cantidad aceptable específica antes mencionada. Dado que tal solución de tratamiento químico se usa para la producción, la lámina de acero químicamente tratada de la presente invención incluye una lámina de acero enchapada a base de zinc, vanadio, molibdeno, fósforo, y un oxoato del grupo del metal 4, e incluyendo una estructura de dos capas de luna primera capa de conversión química y luna segunda capa de conversión química. Por lo tanto, la lámina de acero químicamente tratada de la presente invención tiene una excelente resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento aun cuando la solución de tratamiento químico se seca a baja temperatura y por un corto período de tiempo.

A continuación, la presente invención será explicada en detalle con referencia a los Ejemplos, los cuales sin embargo no deberán construirse como limitantes del alcance de la invención.

### 30 Ejemplos

[Producción de Laminado de acero enchapado con zinc]

Una tira de acero de acero con titanio bajo en carbón agregado ultra-bajo con un grosor de lámina de 0,5 mm se usó como el sustrato de acero para producir una lámina de acero enchapada con aleación de zinc caliente con una capa a base de zinc que contiene 6% en masa de aluminio, 3% en masa de magnesio, 0,020% en masa de silicio, 0,020% en masa de titanio, y 0,0005% en masa de boro (cantidad de deposición del enchapado de 90 /m<sup>2</sup> por lado), en una línea de producción de enchapado con zinc caliente continua, y la lámina de acero enchapada con zinc caliente continua, y la aleación de zinc producida se usaron como la lámina original para el tratamiento químico.

#### [Ejemplo 1]

Una sal de molibdeno soluble en agua, una sal de vanadio, una amina, un oxoato del grupo del metal 4 y un fosfato, que se muestran en la Tabla 1, se disolvieron en agua para preparar las soluciones de tratamiento químico 1 a 50, El nombre y símbolo de cada compuesto adicionado a la solución de tratamiento químico se muestran en la Tabla 1, La composición y color de cada solución de tratamiento químico se muestran en las Tablas 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1 y 4-2, Notar que la disolución de la sal de vanadio se llevó a cabo en una solución acuosa que tiene una temperatura de líquido de 40°C o inferior, que contiene una amina para prevenir la reducción del vanadio.

EDTA y NH en la tabla 2 no representan una amina y los ejemplos en las tablas 2-1, 3-1, 4-1, 5-1 y 6-1 que contienen EDTA y NH son ejemplos de referencia;

P4 y P5 en la tabla 1 no representan compuestos de fosfato y los ejemplos en las tablas 2-2, 3-2, 4-2, 5-2 y 6-2 que contienen P4 y P5 son ejemplos de referencia.

Tabla 1

| Tipo           | Símbolo | Nombre del Compuesto   | Fórmula Química  | Peso Mol. |
|----------------|---------|------------------------|--|-----------|
| Molibdato      | M1      | Molibdato de Aluminio  | (NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4H <sub>2</sub> O | -         |
| Sal de Vanadio | V1      | Pentóxido de Vanadio   | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | -         |
|                | V2      | Metavanadato de Amonio | NH <sub>4</sub> VO <sub>3</sub>  | -         |
|                | V3      | Metavanadato de Sodio  | NaVO <sub>3</sub>  | -         |

50

(continuación)

| Tipo                 | Símbolo | Nombre del Compuesto                | Fórmula Química  | Peso Mol. |
|----------------------|---------|-------------------------------------|--|-----------|
| Amina                | EA      | Etanolamina                         | C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO   | 61        |
|                      | DEA     | Dietanolamina                       | C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>   | 105       |
|                      | IPA     | 1-Amino-2-Propanol                  | C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> NO   | 75        |
|                      | TMAH    | Hidróxido de Tetrametilamonio       | (CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> N <sup>+</sup> OH  | 91        |
|                      | EDTA    | Ácido Etilenodiaminatetraacético    | (HOOCCH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> N(CH <sub>2</sub> COOH) <sub>2</sub>            | 292       |
|                      | EN      | Etilenodiamina                      | NH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>  | 60        |
|                      | NH      | Amoníaco Acuoso                     | NH <sub>4</sub> OH   | 35        |
| Grupo 4A Oxoato      | A1      | Carbonato de Zirconio-Amonio        | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Zr(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                  | -         |
| Fosfato              | P1      | Fosfato Acido de Diamonio           | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>   | -         |
|                      | P2      | Fosfato Diácido de Amonio           | NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>   | -         |
|                      | P3      | Fosfato de Triamonio                | (NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>  | -         |
|                      | P4      | Acido Fosforoso                     | H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>   | -         |
|                      | P5      | Acido 1-Hidroxietan-1,1-Difosfónico | C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> P <sub>2</sub>  | -         |
| Compuesto de Flúor   | F1      | Fluoruro Potásico                   | KF   | -         |
|                      | F2      | Fluoruro de Amonio-Titanio          | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> TiF <sub>6</sub>   | -         |
|                      | F3      | Ácido Hidrofluosilícico             | H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>  | -         |
| Compuesto de Silicio | S1      | 3-Aminopropiltrimetoxisilano        | H <sub>2</sub> NC <sub>3</sub> H <sub>6</sub> Si(OCH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                                     | -         |
|                      | S2      | 3-Glicidoxipropiltrióxosilano       | (H <sub>2</sub> CCHO)CH <sub>2</sub> OC <sub>3</sub> H <sub>6</sub> Si(OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> | -         |
|                      | S3      | Viniletóxosilano                    | H <sub>2</sub> C=CHSi(OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>  | -         |

Tabla 2-1

| Categoría | No. de solución del tratamiento químico | Molibdato |                   | Sal de Vanadio |                  | Amina     |             |
|-----------|---|-----------|-------------------|----------------|------------------|-----------|-------------|
|           |   | Compuesto | Conc. de Mo (g/l) | Compuesto      | Conc. de V (g/l) | Compuesto | Conc. (g/l) |
| Ej.       | 1                                       | M1        | 0,075             | V1             | 0,10             | EA        | 0,036       |
| Ej. Comp. | 2                                       | M1        | 0,019             | V1             | 0,10             | IPA       | 0,044       |
| Ej.       | 3                                       | M1        | 0,075             | V2             | 0,01             | EN        | 0,035       |
| Ej.       | 4                                       | M1        | 0,075             | V2             | 0,10             | NH        | 0,021       |
| Ej. Comp. | 5                                       | M1        | 5,00              | V3             | 0,10             | EA        | 0,036       |
| Ej.       | 6                                       | M1        | 1,51              | V3             | 2,00             | IPA       | 0,883       |
| Ej.       | 7                                       | M1        | 0,075             | V1             | 0,10             | EN        | 0,036       |
| Ej. Comp. | 8                                       | M1        | 0,075             | V2             | 0,10             | NH        | 0,007       |
| Ej.       | 9                                       | M1        | 24,0              | V3             | 8,00             | EN        | 15,1        |
| Ej. Comp. | 10                                      | M1        | 1,51              | V1             | 8,00             | NH        | 8,79        |
| Ej. Comp. | 11                                      | M1        | 0,015             | V3             | 8,00             | EA        | 15,3        |
| Ej.       | 12                                      | M1        | 0,075             | V3             | 0,02             | NH        | 0,027       |
| Ej.       | 13                                      | M1        | 24,0              | V2             | 8,00             | EA        | 15,3        |
| Ej.       | 14                                      | M1        | 45,2              | V3             | 8,00             | IPA       | 18,8        |
| Ej. Comp. | 15                                      | M1        | 90,4              | V1             | 8,00             | EN        | 15,1        |
| Ej.       | 16                                      | M1        | 24,0              | V2             | 10,00            | EA        | 19,2        |
| Ej.       | 17                                      | M1        | 24,0              | V2             | 8,00             | IPA       | 18,8        |
| Ej. Comp. | 18                                      | M1        | 24,0              | V3             | 8,00             | EN        | 1,89        |
| Ej.       | 19                                      | M1        | 22,6              | V3             | 8,00             | DEA       | 39,6        |
| Ej.       | 20                                      | M1        | 0,753             | V3             | 0,80             | EA        | 3,07        |

Tabla 2-2

| Cat.      | No. de solución del trat. químico | Grupo 4A Oxoato de Metal |                   | Fosfato |                  | Mo/V (Relación Molar) | Amina/V (Relación Molar) | Color de la solución del Trat. |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|---------|------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|
|           |                                   | Comp.                    | Conc. de Zr (g/l) | Comp.   | Conc. de P (g/l) |                       |                          |                                |
| Ej.       | 1                                 | A1                       | 5,0               | P1      | 0,25             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                       |
| Ej. Comp. | 2                                 | A1                       | 5,0               | P2      | 0,25             | 0,10                  | 0,30                     | Amarillenta Verde              |
| Ej.       | 3                                 | A1                       | 5,0               | P4      | 0,25             | 4,00                  | 3,00                     | Amarilla                       |
| Ej.       | 4                                 | A1                       | 5,0               | P5      | 0,05             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                       |
| Ej. Comp. | 5                                 | A1                       | 5,0               | P3      | 0,25             | 26,55                 | 0,30                     | Amarillenta Verde              |
| Ej.       | 6                                 | A1                       | 5,0               | P3      | 0,25             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                       |
| Ej.       | 7                                 | A1                       | 5,0               | P4      | 6,00             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                       |
| Ej. Comp. | 8                                 | A1                       | 5,0               | P2      | 0,25             | 0,40                  | 0,10                     | Amarillenta Verde              |
| Ej.       | 9                                 | A1                       | 40,0              | P1      | 20,0             | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                       |
| Ej. Comp. | 10                                | A1                       | 40,0              | P3      | 20,0             | 0,10                  | 1,60                     | Amarillenta Verde              |
| Ej. Comp. | 11                                | A1                       | 40,0              | P2      | 20,0             | 0,00                  | 1,60                     | Amarillenta Verde              |
| Ej.       | 12                                | A1                       | 40,0              | P5      | 20,0             | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                       |
| Ej.       | 13                                | A1                       | 40,0              | P4      | 2,00             | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                       |
| Ej.       | 14                                | A1                       | 40,0              | P3      | 20,0             | 3,00                  | 1,60                     | Amarilla                       |
| Ej. Comp. | 15                                | A1                       | 40,0              | P2      | 20,0             | 6,00                  | 1,60                     | Amarillenta Verde              |
| Ej.       | 16                                | A1                       | 40,0              | P1      | 20,0             | 1,27                  | 1,60                     | Amarilla                       |
| Ej.       | 17                                | A1                       | 40,0              | P5      | 60,0             | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                       |
| Ej. Comp. | 18                                | A1                       | 40,0              | P3      | 20,0             | 1,59                  | 0,20                     | Amarillenta Verde              |
| Ej.       | 19                                | A1                       | 40,0              | P1      | 20,0             | 1,50                  | 2,40                     | Amarilla                       |
| Ej.       | 20                                | A1                       | 40,0              | P4      | 20,0             | 0,50                  | 3,20                     | Amarilla                       |

Tabla 3-1

| Categoría | No. de solución del trat. químico | Molibdato |                   | Sal de Vanadio |                  | Amina |             |
|-----------|-----------------------------------|-----------|-------------------|----------------|------------------|-------|-------------|
|           |                                   | Comp.     | Conc. de Mo (g/l) | Comp.          | Conc. de V (g/l) | Comp. | Conc. (g/l) |
| Ej.       | 21                                | M1        | 24,0              | V2             | 8,00             | NH    | 8,79        |
| Ej.       | 22                                | M1        | 24,0              | V2             | 8,00             | EN    | 15,1        |
| Ej.       | 23                                | M1        | 24,0              | V3             | 8,00             | TMAH  | 22,9        |
| Ej.       | 24                                | M1        | 14,1              | V2             | 5,00             | NH    | 11,0        |
| Ej.       | 25                                | M1        | 1,98              | V3             | 0,30             | EA    | 1,15        |
| Ej.       | 26                                | M1        | 0,075             | V1             | 0,10             | EN    | 0,036       |
| Ej.       | 27                                | M1        | 24,0              | V3             | 8,00             | EDTA  | 73,4        |
| Ej.       | 28                                | M1        | 25,4              | V2             | 3,00             | NH    | 1,65        |
| Ej.       | 29                                | M1        | 0,942             | V2             | 1,00             | NH    | 1,10        |

ES 2 755 359 T3

(continuación)

| Categoría | No. de solución del trat. químico | Molibdato |                   | Sal de Vanadio |                  | Amina |             |
|-----------|-----------------------------------|-----------|-------------------|----------------|------------------|-------|-------------|
|           |                                   | Comp.     | Conc. de Mo (g/l) | Comp.          | Conc. de V (g/l) | Comp. | Conc. (g/l) |
| Ej.       | 30                                | M1        | 6,59              | V1             | 1,00             | IPA   | 5,89        |
| Ej.       | 31                                | M1        | 3,50              | V2             | 2,00             | NH    | 2,20        |
| Ej.       | 32                                | M1        | 0,075             | V1             | 0,10             | EDTA  | 0,172       |
| Ej.       | 33                                | M1        | 1,41              | V3             | 0,50             | IPA   | 1,77        |
| Ej.       | 34                                | M1        | 0,075             | V2             | 0,10             | NH    | 0,021       |
| Ej.       | 35                                | M1        | 3,77              | V3             | 0,80             | IPA   | 3,77        |
| Ej.       | 36                                | M1        | 24,0              | V2             | 8,00             | NH    | 8,79        |
| Ej.       | 37                                | M1        | 3,50              | V1             | 2,00             | IPA   | 4,71        |
| Ej.       | 38                                | M1        | 0,075             | V3             | 0,10             | EA    | 0,036       |
| Ej.       | 39                                | M1        | 3,11              | V3             | 0,30             | IPA   | 1,06        |
| Ej.       | 40                                | M1        | 7,53              | V2             | 8,00             | EN    | 22,6        |

Tabla 3-2

| Categ. | No. de solución del trat. químico | Grupo 4A Oxoato de Metal |                | Fosfato |               | Mo/V (Relación Molar) | Amina/V (Relación Molar) | Color de la Solución de Trat. |
|--------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|---------|---------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|
|        |                                   | Comp.                    | Zr Conc. (g/l) | Comp.   | P Conc. (g/l) |                       |                          |                               |
| Ej.    | 21                                | A1                       | 40,0           | P2      | 0,50          | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 22                                | A1                       | 5,0            | P4      | 0,25          | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 23                                | A1                       | 40,0           | P1      | 20,0          | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 24                                | A1                       | 33,5           | P5      | 0,60          | 1,50                  | 3,20                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 25                                | A1                       | 5,0            | P3      | 0,25          | 3,50                  | 3,20                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 26                                | A1                       | 14,0           | P4      | 6,00          | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 27                                | A1                       | 40,0           | P1      | 20,0          | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 28                                | A1                       | 27,0           | P2      | 0,50          | 4,50                  | 0,80                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 29                                | A1                       | 46,5           | P2      | 0,50          | 0,50                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 30                                | A1                       | 5,0            | P2      | 0,25          | 3,50                  | 4,00                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 31                                | A1                       | 7,5            | P2      | 0,50          | 0,93                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 32                                | A1                       | 5,0            | P1      | 0,25          | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 33                                | A1                       | 40,0           | P3      | 0,50          | 1,50                  | 2,40                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 34                                | A1                       | 40,0           | P2      | 0,50          | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 35                                | A1                       | 5,0            | P3      | 0,25          | 2,50                  | 3,20                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 36                                | A1                       | 33,5           | P2      | 0,50          | 1,59                  | 16,0                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 37                                | A1                       | 14,0           | P2      | 0,50          | 0,93                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 38                                | A1                       | 33,5           | P3      | 0,50          | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 39                                | A1                       | 40,0           | P4      | 20,0          | 5,50                  | 2,40                     | Amarilla                      |
| Ej.    | 40                                | A1                       | 20,5           | P4      | 0,50          | 0,50                  | 2,40                     | Amarilla                      |

Tabla 4-1

| Categoría | No. de solución del trat. químico | Molibdato |                   | Sal de Vanadio |                  | Amina |             |
|-----------|-----------------------------------|-----------|-------------------|----------------|------------------|-------|-------------|
|           |                                   | Comp.     | Conc. de Mo (g/l) | Comp.          | Conc. de V (g/l) | Comp. | Conc. (g/l) |
| Ej.       | 41                                | M1        | 24,0              | V3             | 8,00             | EN    | 15,1        |
| Ej.       | 42                                | M1        | 0,075             | V3             | 0,10             | NH    | 0,021       |
| Ej.       | 43                                | M1        | 0,471             | V1             | 0,50             | DEA   | 4,12        |
| Ej.       | 44                                | M1        | 24,0              | V2             | 8,00             | NH    | 8,79        |
| Ej.       | 45                                | M1        | 23,5              | V2             | 5,00             | IPA   | 29,4        |
| Ej.       | 46                                | M1        | 24,0              | V2             | 8,00             | NH    | 8,79        |
| Ej.       | 47                                | M1        | 0,075             | V3             | 0,10             | IPA   | 0,044       |
| Ej.       | 48                                | M1        | 0,075             | V2             | 0,10             | IPA   | 0,044       |
| Ej.       | 49                                | M1        | 0,075             | V1             | 0,10             | TMAH  | 0,054       |
| Ej.       | 50                                | M1        | 14,1              | V1             | 3,00             | EN    | 5,75        |

Tabla 4-2

| Categoría | No. de solución del trat. químico | Grupo 4A de Oxoato de Metal |                      | Fosfato |                  | Mo/V (Relación Molar) | Amina/V (Relación Molar) | Color de la Solución de Trat. |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------|---------|------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|
|           |                                   | Comp.                       | Zr Conc. de Zr (g/l) | Comp.   | Conc. de P (g/l) |                       |                          |                               |
| Ej.       | 41                                | A1                          | 40,0                 | P5      | 20,0             | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.       | 42                                | A1                          | 40,0                 | P2      | 20,0             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                      |
| Ej.       | 43                                | A1                          | 5,0                  | P1      | 0,25             | 0,50                  | 4,00                     | Amarilla                      |
| Ej.       | 44                                | A1                          | 46,5                 | P2      | 0,50             | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.       | 45                                | A1                          | 27,0                 | P1      | 7,50             | 2,50                  | 4,00                     | Amarilla                      |
| Ej.       | 46                                | A1                          | 5,0                  | P5      | 0,25             | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                      |
| Ej.       | 47                                | A1                          | 40,0                 | P3      | 20,0             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                      |
| Ej.       | 48                                | A1                          | 27,0                 | P5      | 7,50             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                      |
| Ej.       | 49                                | A1                          | 5,0                  | P1      | 0,25             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                      |
| Ej.       | 50                                | A1                          | 7,5                  | P4      | 6,00             | 2,50                  | 1,60                     | Amarilla                      |

- 5 La superficie de la lámina original para el tratamiento químico se desgrasó, y secó. Después, cada una de las soluciones de tratamiento químico Nos. 1 a 18 mostrada en la Tabla 2-1 se aplicó a la superficie de la lámina original para el tratamiento químico, e inmediatamente en lo sucesivo calentó y secó a una baja temperatura (a la temperatura de la tira de acero de 40 o 80°C) usando un horno de aire caliente eléctrico de tipo descarga automática para formar una película de conversión química. De esta forma, las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 1 a 36 con la película de conversión química se produjeron. Notar que la cantidad de deposición de la película de conversión química en todas las láminas de acero químicamente tratadas se fijó a 200 mg/m<sup>2</sup>.

[Evaluación de la Lámina de Acero Químicamente Tratada]

- 15 Para un espécimen de prueba cortado de cada lámina de acero químicamente tratada, la estructura de la película de conversión química se identificó; el porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto en la película se determinó; la cantidad de deposición de película se midió; y el espécimen de prueba se sometió a la prueba de la resistencia a la corrosión y a la prueba de la resistencia al oscurecimiento.

(1) Identificación de la Estructura de la Película de Conversión Química

La estructura de la película de conversión química se identificó usando los TEM, EDS, y XPS antes mencionados.

Por ejemplo, la FIG. 1 es una imagen TEM de la sección transversal de un espécimen de prueba de lámina de acero

químicamente tratada No. 17, Como se ilustra en la FIG. 1, la película de conversión química de lámina de acero químicamente tratada tiene una estructura de dos capas incluyendo una primera capa de conversión química y una segunda capa de conversión química.

5 La FIG. 2 muestra una distribución del elemento del espécimen de prueba de lámina de acero químicamente tratada No. 17, desde su superficie hacia la dirección de la profundidad, medida usando GDS. La abscisa en la FIG. 2 indica un tiempo de medición (correspondiente a la profundidad desde la superficie), y la ordenada indica la intensidad relativa. Como se muestra en la FIG. 2, en la película de conversión química de lámina de acero químicamente tratada No. 17, una primera capa de conversión química contiene grandes cantidades de molibdeno, vanadio, y fósforo, y una segunda capa de conversión contiene zirconio.

10 A pesar de que no se ilustra específicamente, también se confirmó, en otra lámina de acero químicamente tratada categorizada en los Ejemplos, que la película de conversión química tiene una estructura de dos capas en la misma forma como la lámina de acero químicamente tratada No. 17, y contiene vanadio, molibdeno, y fósforo en la primera capa de conversión química y un Oxoato del Grupo de metal 4 en la segunda capa de conversión química. La estructura de dos capas en la película de conversión química no se confirmó en las láminas de acero químicamente tratadas categorizadas en los Ejemplos Comparativos.

#### (2) Medición del Monto de la Deposición de la Película de Conversión Química

Para la confirmación del monto de la deposición, se midió el zirconio en la película usando un aparato de rayos-x fluorescente, y la medición se usó como un índice del monto de la deposición.

20 (3) Medición del Porcentaje de Vanadio Pentavalente con base en Vanadio Valente Mixto en la Película de Conversión Química

El porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto ( $V^{5+}/V$ ) en la película de conversión química se determinó mediante el análisis del estado de unión química de vanadio en la película de conversión química usando Espectroscopia de Fotoelectrón de rayos-X (XPS). Se tomaron dos puntos de la capa de superficie de la película de conversión química y la interface entre la película de conversión química y la capa de enchapado como los puntos para el análisis para cada sitio de 10 ubicaciones aleatoriamente seleccionadas del espécimen de prueba antes mencionado. El análisis de la interface entre la película de conversión química y la capa de enchapado se llevó a cabo después de que la película de conversión química se erosionó usando un rayo de argón desde la capa de la superficie. La profundidad a la cual la película de conversión química se erosionó se determinó midiendo el grosor de la película de conversión química de los resultados de observación de la sección transversal de la película usando TEM. El porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto se determinó del porcentaje de un área pico de aproximadamente 516,5 eV derivada de  $V^{5+}$  ( $S_{V5}$ ) con base en la suma total del área pico derivada de  $V^{5+}$  y un área pico de 514 eV derivada de  $V^{4+}$  ( $S_{V4}$ ) ( $S_{V5}/(S_{V4} + S_{V5})$ ). El valor promedio en de los porcentajes 10 lugares de medición en cada espécimen de prueba se empleó como el porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto ( $V^{5+}/V$ ) en la lámina de acero químicamente tratada.

35 Por ejemplo, la FIG. 3 es un perfil de intensidad de la potencia de unión química que corresponde a la órbita 2p de vanadio en una película/interface de la capa de enchapado en uno lugar de los 10 lugares de medición en los cuales se midió el espécimen de prueba de lámina de acero químicamente tratada No. 12 que se produjo secando una solución de tratamiento químico No. 4 a una temperatura de secado de 80°C. La abscisa en la FIG. 3 indica la potencia de unión, y la ordenada indica la intensidad relativa por un corto período de tiempo (por segundo). Además, la línea Mv sólida en la FIG. 3 es un perfil de intensidad de la potencia de unión química actualmente medida en el punto de medición. La línea punteada  $P_{V5}$  indica un pico derivado del vanadio pentavalente, la línea punteada  $P_{V4}$  indica un pico derivado del vanadio tetravalente, y la línea B sólida indica una línea base.

Se habría podido confirmar, de la FIG. 3, que el porcentaje de  $V^{5+}$  en la película de conversión química fue 0,7 o más en el espécimen prueba antes mencionado. Se confirmó que el porcentaje de  $V^{5+}$  en la película de conversión química fue 0,7 o más también en las otras láminas de acero químicamente tratadas, a pesar de que no se ilustra particularmente.

#### (4) Prueba de Resistencia a la Corrosión de la Parte Plana

La superficie del borde del espécimen de prueba de cada lámina de acero químicamente tratada se selló y sometió a una prueba de aspersión de sal por 120 horas de acuerdo con JIS Z2371, y en lo sucesivo se observó óxido blanco generado en una superficie del espécimen de prueba. Cada lámina de acero químicamente tratada se evaluó como sigue: cuando el porcentaje de un área en donde el óxido blanco generado fue de 5% o menor, la evaluación fue "A"; cuando el porcentaje fue de más de 5% a 10% o menor, la evaluación fue "B"; cuando el porcentaje fue de más de 10% o menos de 30%, la evaluación fue "C"; y cuando el porcentaje fue de más de 30% o mayor, la evaluación fue "D".

#### (5) Prueba de Resistencia a la Corrosión de la Parte Trabajada

55 Se llevó a cabo una prueba de extracción de microsferas (altura de la microsfera: 4 mm, presión: 1,0 kN) para un espécimen de prueba de 30 mm × 250 mm de cada lámina de acero químicamente tratada, y la superficie del borde

## ES 2 755 359 T3

5 del espécimen de prueba se selló y sometió a una prueba de aspersion con sal por 24 horas de acuerdo con JIS Z2371; en lo sucesivo el óxido blanco generado en una superficie deslizante se observó. Cada lámina de acero químicamente tratada se evaluó como sigue: cuando el porcentaje de un área en donde se generó óxido blanco fue de 5% o menor, la evaluación fue "A"; cuando el porcentaje fue mayor de 5% al 10% o menor, la evaluación fue "B"; cuando el porcentaje fue mayor del 10% o menos de 30%, la evaluación fue "C"; y cuando el porcentaje fue de 30% o más, la evaluación fue "D."

### (6) Prueba de Resistencia al Oscurecimiento

10 Un espécimen de prueba de cada lámina de acero químicamente tratada se dejó reposar por un tiempo predeterminado en una atmósfera húmeda (temperatura 60°C, humedad de 90% de RH), y en lo sucesivo se comparó el brillo del espécimen de prueba antes y después de la prueba. El brillo (valor L) del espécimen de prueba se midió utilizando un medidor de diferencia de color espectroscópico (TC-1800; Tokio Denshoku Co., Ltd.). Cada lámina de acero químicamente tratada se evaluó como sigue: cuando la diferencia en brillo  $\Delta L$  fue 3,0 o menor, la evaluación fue "A"; cuando la diferencia de brillo  $\Delta L$  fue mayor de 3,0 a 6,0 o menor, la evaluación fue "B"; cuando la diferencia de brillo  $\Delta L$  fue mayor de 6,0 a menos de 10,0, la evaluación fue "C"; y cuando la diferencia de brillo  $\Delta L$  fue mayor de 10,0 o más, la evaluación fue "D."

### (7) Resultados de la Evaluación

20 Las soluciones de tratamiento químico usaron la proporción de cada elemento en la película de conversión química, los resultados de la prueba de la resistencia a la corrosión, y los resultados de la prueba de la resistencia al oscurecimiento para cada lámina de acero químicamente tratada se muestran en las Tablas 5-1, 5-2, 6-1, y 6-2. Notar que, en las siguientes tablas, la proporción de cada elemento en la película de conversión química se representa como parte en masa de cada elemento con base en 100 partes en masa de zirconio.

Tabla 5-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temp. del secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |      |       |
|-----------|---|-----------------------------------|---|-----------------------|--|------|-------|
|           |   |                                   |   |                       | Mo   | V    | P     |
| Ej.       | 1   | 1                                 | 200   | 40                    | 1,5  | 2,0  | 5,0   |
| Ej. Comp. | 2   | 2                                 | 200   | 40                    | 0,4  | 2,0  | 5,0   |
| Ej.       | 3   | 3                                 | 200   | 40                    | 1,5  | 0,2  | 5,0   |
| Ej.       | 4   | 4                                 | 200   | 40                    | 1,5  | 2,0  | 1,0   |
| Ej. Comp. | 5   | 5                                 | 200   | 40                    | 100,0  | 2,0  | 5,0   |
| Ej.       | 6   | 6                                 | 200   | 40                    | 30,1   | 40,0 | 5,0   |
| Ej.       | 7   | 7                                 | 200   | 40                    | 1,5  | 2,0  | 120,0 |
| Ej. Comp. | 8   | 8                                 | 200   | 40                    | 1,5  | 2,0  | 5,0   |
| Ej.       | 9   | 1                                 | 200   | 80                    | 1,5  | 2,0  | 5,0   |
| Ej. Comp. | 10  | 2                                 | 200   | 80                    | 0,4  | 2,0  | 5,0   |
| Ej.       | 11  | 3                                 | 200   | 80                    | 1,5  | 0,2  | 5,0   |
| Ej.       | 12  | 4                                 | 200   | 80                    | 1,5  | 2,0  | 1,0   |
| Ej. Comp. | 13  | 5                                 | 200   | 80                    | 100,0  | 2,0  | 5,0   |
| Ej.       | 14  | 6                                 | 200   | 80                    | 30,1   | 40,0 | 5,0   |
| Ej.       | 15  | 7                                 | 200   | 80                    | 1,5  | 2,0  | 120,0 |
| Ej. Comp. | 16  | 8                                 | 200   | 80                    | 1,5  | 2,0  | 5,0   |



Tabla 5-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |                            |                 |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | Porcentaje de $V^{5+}$      | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                             | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej.       | 1   | 1                                 | 0,92                        | A                          | A               | A                             |
| Ej. Comp. | 2   | 2                                 | 0,40                        | D                          | D               | D                             |
| Ej.       | 3   | 3                                 | 0,88                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 4   | 4                                 | 0,79                        | B                          | B               | A                             |
| Ej. Comp. | 5   | 5                                 | 0,45                        | C                          | D               | D                             |
| Ej.       | 6   | 6                                 | 0,95                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 7   | 7                                 | 0,75                        | B                          | B               | A                             |
| Ej. Comp. | 8   | 8                                 | 0,40                        | C                          | C               | D                             |
| Ej.       | 9   | 1                                 | 0,95                        | A                          | A               | A                             |
| Ej. Comp. | 10  | 2                                 | 0,41                        | D                          | D               | D                             |
| Ej.       | 11  | 3                                 | 0,91                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 12  | 4                                 | 0,81                        | B                          | B               | A                             |
| Ej. Comp. | 13  | 5                                 | 0,46                        | C                          | D               | D                             |
| Ej.       | 14  | 6                                 | 0,98                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 15  | 7                                 | 0,77                        | B                          | B               | A                             |
| Ej. Comp. | 16  | 8                                 | 0,41                        | C                          | C               | D                             |

Tabla 6-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura del Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |      |       |
|-----------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------|--|------|-------|
|           |   |                                   |   |                             | Mo   | V    | P     |
| Ej.       | 17  | 9                                 | 200   | 40                          | 60,0   | 20,0 | 50,0  |
| Ej. Comp. | 18  | 10                                | 200   | 40                          | 3,8  | 20,0 | 50,0  |
| Ej. Comp. | 19  | 11                                | 200   | 40                          | 0,0  | 20,0 | 50,0  |
| Ej.       | 20  | 12                                | 200   | 40                          | 0,2  | 0,1  | 50,0  |
| Ej.       | 21  | 13                                | 200   | 40                          | 60,0   | 20,0 | 5,0   |
| Ej.       | 22  | 14                                | 200   | 40                          | 113,0  | 20,0 | 50,0  |
| Ej. Comp. | 23  | 15                                | 200   | 40                          | 226,0  | 20,0 | 50,0  |
| Ej.       | 24  | 16                                | 200   | 40                          | 60,0   | 25,0 | 50,0  |
| Ej.       | 25  | 17                                | 200   | 40                          | 60,0   | 20,0 | 150,0 |
| Ej. Comp. | 26  | 18                                | 200   | 40                          | 60,0   | 20,0 | 50,0  |
| Ej.       | 27  | 9                                 | 200   | 80                          | 60,0   | 20,0 | 50,0  |
| Ej. Comp. | 28  | 10                                | 200   | 80                          | 3,8  | 20,0 | 50,0  |
| Ej. Comp. | 29  | 11                                | 200   | 80                          | 0,0  | 20,0 | 50,0  |
| Ej.       | 30  | 12                                | 200   | 80                          | 0,2  | 0,1  | 50,0  |
| Ej.       | 31  | 13                                | 200   | 80                          | 60,0   | 20,0 | 5,0   |
| Ej.       | 32  | 14                                | 200   | 80                          | 113,0  | 20,0 | 50,0  |
| Ej. Comp. | 33  | 15                                | 200   | 80                          | 226,0  | 20,0 | 50,0  |
| Ej.       | 34  | 16                                | 200   | 80                          | 60,0   | 25,0 | 50,0  |
| Ej.       | 35  | 17                                | 200   | 80                          | 60,0   | 20,0 | 150,0 |
| Ej. Comp. | 36  | 18                                | 200   | 80                          | 60,0   | 20,0 | 50,0  |

Tabla 6-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación   |                            |                 |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | Porcentaje de V <sup>5+</sup> | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                               | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej.       | 17  | 9                                 | 0,92                          | A                          | A               | A                             |
| Ej. Comp. | 18  | 10                                | 0,43                          | C                          | C               | D                             |
| Ej. Comp. | 19  | 11                                | 0,35                          | C                          | C               | D                             |
| Ej.       | 20  | 12                                | 0,95                          | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 21  | 13                                | 0,92                          | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 22  | 14                                | 0,86                          | A                          | B               | A                             |
| Ej. Comp. | 23  | 15                                | 0,25                          | C                          | D               | D                             |
| Ej.       | 24  | 16                                | 0,85                          | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 25  | 17                                | 0,90                          | B                          | B               | A                             |
| Ej. Comp. | 26  | 18                                | 0,32                          | C                          | C               | D                             |
| Ej.       | 27  | 9                                 | 0,95                          | A                          | A               | A                             |
| Ej. Comp. | 28  | 10                                | 0,44                          | C                          | C               | D                             |
| Ej. Comp. | 29  | 11                                | 0,36                          | C                          | C               | D                             |
| Ej.       | 30  | 12                                | 0,98                          | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 31  | 13                                | 0,95                          | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 32  | 14                                | 0,89                          | B                          | D               | B                             |
| Ej. Comp. | 33  | 15                                | 0,26                          | C                          | D               | D                             |
| Ej.       | 34  | 16                                | 0,88                          | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 35  | 17                                | 0,93                          | B                          | B               | A                             |
| Ej. Comp. | 36  | 18                                | 0,33                          | C                          | C               | D                             |

5 Como es obvio de las Tablas 5-1, 5-2, 6-1, y 6-2, láminas de acero químicamente tratadas cada una teniendo una película de conversión química en donde el porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto en la película de conversión química es 0,7 o más, y en donde incluye una primera capa de conversión química que contiene vanadio, molibdeno y fósforo, y una segunda capa de conversión química dispuesta en la primera capa de conversión química y que contiene un Oxoato del Grupo de metal 4A, la película de conversión química que está siendo dispuesta en la superficie de una lámina de acero enchapada a base de zinc con una capa de 10 enchapado a base de zinc que contiene 0,1 a 22,0% en masa de aluminio tiene una favorable resistencia a la corrosión y resistencia al oscurecimiento. La película de conversión química se obtiene por la aplicación de una solución de tratamiento químico que contiene un Molibdato soluble en agua, una sal de vanadio, una amina, un Oxoato del Grupo de metal 4A, y un Fosfato, en donde la relación molar de molibdeno al vanadio es de 0,4 a 5,5, y la relación molar de una amina al vanadio es de 0,3 o más para la lámina de acero enchapada a base de zinc, 15 seguido por secado. La favorable resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento de las láminas de acero químicamente tratadas se obtienen aun cuando la solución de tratamiento químico aplicada a la lámina de acero enchapada se seca a una temperatura de secado relativamente baja de 40°C o 80°C.

20 Además, como es obvio de las Tablas 5-1, 5-2, 6-1, y 6-2, cuando el porcentaje de vanadio pentavalente en la película de conversión química es de 0,7 o menor, la resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento son inferiores.

**[Ejemplo 2]**

25 A continuación, se produjeron las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 37 a 100 en la misma forma como la lámina de acero químicamente tratada No. 1, excepto que el tipo y la cantidad de deposición de las soluciones de tratamiento químico se cambiaron, como se muestra en las siguientes tablas y se evaluaron en la misma forma como las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 1 a 36, Los resultados se muestran en las siguientes Tablas 7-1, 7-2, 8-1, 8-2, 9-1, 9-2, 10-1, y 10-2.

Tabla 7-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura de Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |       |      |
|-----------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|-------|------|
|           |   |                                   |   |                            | Mo   | V     | P    |
| Ej.       | 37  | 19                                | 200   | 40                         | 56,5   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 38  | 20                                | 500   | 40                         | 1,9  | 2,0   | 50,0 |
| Ej.       | 39  | 21                                | 500   | 40                         | 60,0   | 20,0  | 1,3  |
| Ej.       | 40  | 22                                | 100   | 40                         | 480,0  | 160,0 | 5,0  |
| Ej.       | 41  | 23                                | 300   | 40                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 42  | 24                                | 1000  | 40                         | 42,2   | 14,9  | 1,8  |
| Ej.       | 43  | 25                                | 500   | 40                         | 39,6   | 6,0   | 5,0  |
| Ej.       | 44  | 26                                | 400   | 40                         | 0,5  | 0,7   | 42,9 |
| Ej.       | 45  | 27                                | 250   | 40                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 46  | 28                                | 100   | 40                         | 94,2   | 11,1  | 1,9  |
| Ej.       | 47  | 29                                | 150   | 40                         | 2,0  | 2,2   | 1,1  |
| Ej.       | 48  | 30                                | 50  | 40                         | 131,8  | 20,0  | 5,0  |
| Ej.       | 49  | 31                                | 100   | 40                         | 46,7   | 26,7  | 6,7  |
| Ej.       | 50  | 32                                | 400   | 40                         | 1,5  | 2,0   | 5,0  |
| Ej.       | 51  | 33                                | 250   | 40                         | 3,5  | 1,3   | 1,3  |
| Ej.       | 52  | 34                                | 10000   | 40                         | 0,2  | 0,3   | 1,3  |

Tabla 7-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |                            |                 |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | V <sup>5+</sup> Porcentaje  | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                             | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej.       | 37  | 19                                | 0,87                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 38  | 20                                | 0,93                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 39  | 21                                | 0,96                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 40  | 22                                | 0,92                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 41  | 23                                | 0,91                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 42  | 24                                | 0,89                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 43  | 25                                | 0,85                        | B                          | A               | A                             |
| Ej.       | 44  | 26                                | 0,93                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 45  | 27                                | 0,76                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 46  | 28                                | 0,79                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 47  | 29                                | 0,91                        | B                          | A               | A                             |
| Ej.       | 48  | 30                                | 0,86                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 49  | 31                                | 0,98                        | B                          | A               | A                             |
| Ej.       | 50  | 32                                | 0,86                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 51  | 33                                | 0,70                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 52  | 34                                | 0,95                        | B                          | A               | B                             |

Tabla 8-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura de Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |       |      |
|-----------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|-------|------|
|           |   |                                   |   |                            | Mo   | V     | P    |
| Ej.       | 53  | 35                                | 1000  | 40                         | 75,3   | 16,0  | 5,0  |
| Ej.       | 54  | 36                                | 300   | 40                         | 71,6   | 23,9  | 1,5  |
| Ej.       | 55  | 37                                | 300   | 40                         | 25,0   | 14,3  | 3,6  |
| Ej.       | 56  | 38                                | 150   | 40                         | 0,2  | 0,3   | 1,5  |
| Ej.       | 57  | 39                                | 1000  | 40                         | 7,8  | 0,8   | 50,0 |
| Ej.       | 58  | 40                                | 500   | 40                         | 36,7   | 39,0  | 2,4  |
| Ej.       | 59  | 41                                | 100   | 40                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 60  | 42                                | 300   | 40                         | 0,2  | 0,3   | 50,0 |
| Ej.       | 61  | 43                                | 150   | 40                         | 9,4  | 10,0  | 5,0  |
| Ej.       | 62  | 44                                | 50  | 40                         | 51,6   | 17,2  | 1,1  |
| Ej.       | 63  | 45                                | 200   | 40                         | 87,2   | 18,5  | 27,8 |
| Ej.       | 64  | 46                                | 300   | 40                         | 480,0  | 160,0 | 5,0  |
| Ej.       | 65  | 47                                | 50  | 40                         | 0,2  | 0,3   | 50,0 |
| Ej.       | 66  | 48                                | 200   | 40                         | 0,3  | 0,4   | 27,8 |
| Ej.       | 67  | 49                                | 250   | 40                         | 1,5  | 2,0   | 5,0  |
| Ej.       | 68  | 50                                | 50  | 40                         | 188,3  | 40,0  | 80,0 |

Tabla 8-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |                            |             |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | V <sup>5+</sup> Porcentaje  | Resistencia a la Corrosión |             | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                             | Parte Plana                | Parte Plana |                               |
| Ej.       | 53  | 35                                | 0,83                        | A                          | B           | A                             |
| Ej.       | 54  | 36                                | 0,79                        | A                          | B           | A                             |
| Ej.       | 55  | 37                                | 0,75                        | B                          | A           | A                             |
| Ej.       | 56  | 38                                | 0,78                        | A                          | A           | B                             |
| Ej.       | 57  | 39                                | 0,71                        | B                          | A           | B                             |
| Ej.       | 58  | 40                                | 0,93                        | A                          | B           | A                             |
| Ej.       | 59  | 41                                | 0,85                        | A                          | A           | A                             |
| Ej.       | 60  | 42                                | 0,98                        | B                          | A           | B                             |
| Ej.       | 61  | 43                                | 0,85                        | B                          | B           | A                             |
| Ej.       | 62  | 44                                | 0,79                        | A                          | B           | A                             |
| Ej.       | 63  | 45                                | 0,99                        | A                          | A           | A                             |
| Ej.       | 64  | 46                                | 0,97                        | B                          | B           | A                             |
| Ej.       | 65  | 47                                | 0,90                        | B                          | A           | B                             |
| Ej.       | 66  | 48                                | 0,73                        | B                          | A           | B                             |
| Ej.       | 67  | 49                                | 0,86                        | B                          | B           | A                             |
| Ej.       | 68  | 50                                | 0,71                        | B                          | B           | A                             |

Tabla 9-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura de Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |       |      |
|-----------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|-------|------|
|           |   |                                   |   |                            | Mo   | V     | P    |
| Ej.       | 69  | 19                                | 200   | 80                         | 56,5   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 70  | 20                                | 500   | 80                         | 1,9  | 2,0   | 50,0 |
| Ej.       | 71  | 21                                | 500   | 80                         | 60,0   | 20,0  | 1,3  |
| Ej.       | 72  | 22                                | 100   | 80                         | 480,0  | 160,0 | 5,0  |
| Ej.       | 73  | 23                                | 300   | 80                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 74  | 24                                | 1000  | 80                         | 42,2   | 14,9  | 1,8  |
| Ej.       | 75  | 25                                | 500   | 80                         | 39,6   | 6,0   | 5,0  |
| Ej.       | 76  | 26                                | 400   | 80                         | 0,5  | 0,7   | 42,9 |
| Ej.       | 77  | 27                                | 250   | 80                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 78  | 28                                | 100   | 80                         | 94,2   | 11,1  | 1,9  |
| Ej.       | 79  | 29                                | 150   | 80                         | 2,0  | 2,2   | 1,1  |
| Ej.       | 80  | 30                                | 50  | 80                         | 131,8  | 20,0  | 5,0  |
| Ej.       | 81  | 31                                | 100   | 80                         | 46,7   | 26,7  | 6,7  |
| Ej.       | 82  | 32                                | 400   | 80                         | 1,5  | 2,0   | 5,0  |
| Ej.       | 83  | 33                                | 250   | 80                         | 3,5  | 1,3   | 1,3  |
| Ej.       | 84  | 34                                | 10000   | 80                         | 0,2  | 0,3   | 1,3  |

Tabla 9-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |                            |                 |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | V <sup>5+</sup> Porcentaje  | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                             | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej.       | 69  | 19                                | 0,87                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 70  | 20                                | 0,93                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 71  | 21                                | 0,73                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 72  | 22                                | 0,86                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 73  | 23                                | 0,73                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 74  | 24                                | 0,73                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 75  | 25                                | 0,89                        | B                          | A               | A                             |
| Ej.       | 76  | 26                                | 0,72                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 77  | 27                                | 0,75                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 78  | 28                                | 0,81                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 79  | 29                                | 0,75                        | B                          | A               | A                             |
| Ej.       | 80  | 30                                | 0,84                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 81  | 31                                | 0,77                        | B                          | A               | A                             |
| Ej.       | 82  | 32                                | 0,81                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 83  | 33                                | 0,92                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 84  | 34                                | 0,72                        | B                          | A               | B                             |

Tabla 10-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura de Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |       |      |
|-----------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|-------|------|
|           |   |                                   |   |                            | Mo   | V     | P    |
| Ej.       | 85  | 35                                | 1000  | 80                         | 75,3   | 16,0  | 5,0  |
| Ej.       | 86  | 36                                | 300   | 80                         | 71,6   | 23,9  | 1,5  |
| Ej.       | 87  | 37                                | 300   | 80                         | 25,0   | 14,3  | 3,6  |
| Ej.       | 88  | 38                                | 150   | 80                         | 0,2  | 0,3   | 1,5  |
| Ej.       | 89  | 39                                | 1000  | 80                         | 7,8  | 0,8   | 50,0 |
| Ej.       | 90  | 40                                | 500   | 80                         | 36,7   | 39,0  | 2,4  |
| Ej.       | 91  | 41                                | 100   | 80                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 92  | 42                                | 300   | 80                         | 0,2  | 0,3   | 50,0 |
| Ej.       | 93  | 43                                | 150   | 80                         | 9,4  | 10,0  | 5,0  |
| Ej.       | 94  | 44                                | 50  | 80                         | 51,6   | 17,2  | 1,1  |
| Ej.       | 95  | 45                                | 200   | 80                         | 87,2   | 18,5  | 27,8 |
| Ej.       | 96  | 46                                | 300   | 80                         | 480,0  | 160,0 | 5,0  |
| Ej.       | 97  | 47                                | 50  | 80                         | 0,2  | 0,3   | 50,0 |
| Ej.       | 98  | 48                                | 200   | 80                         | 0,3  | 0,4   | 27,8 |
| Ej.       | 99  | 49                                | 250   | 80                         | 1,5  | 2,0   | 5,0  |
| Ej.       | 100   | 50                                | 50  | 80                         | 188,3  | 40,0  | 80,0 |

Tabla 10-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |                            |                 |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | V <sup>5+</sup> Porcentaje  | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                             | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej.       | 85  | 35                                | 0,90                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 86  | 36                                | 0,71                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 87  | 37                                | 0,89                        | B                          | A               | A                             |
| Ej.       | 88  | 38                                | 0,97                        | A                          | A               | B                             |
| Ej.       | 89  | 39                                | 0,82                        | B                          | A               | B                             |
| Ej.       | 90  | 40                                | 0,77                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 91  | 41                                | 0,90                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 92  | 42                                | 0,86                        | B                          | A               | B                             |
| Ej.       | 93  | 43                                | 0,70                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 94  | 44                                | 0,98                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 95  | 45                                | 0,98                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 96  | 46                                | 0,79                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 97  | 47                                | 0,95                        | B                          | A               | B                             |
| Ej.       | 98  | 48                                | 0,81                        | B                          | A               | B                             |
| Ej.       | 99  | 49                                | 0,90                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 100   | 50                                | 0,79                        | B                          | B               | A                             |

5 Como es obvio de las Tablas 7-1, 7-2, 8-1, 8-2, 9-1, 9-2, 10-1, y 10-2, láminas de acero químicamente tratadas cada

una con una película de conversión química en donde el porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto en la película de conversión química es de 0,7 o más, y el cual incluye una primera capa de conversión química que contiene vanadio, molibdeno y fósforo, y una segunda capa de conversión química dispuesta en la primera capa de conversión química y que contiene un Oxoato del Grupo de metal 4, la película de conversión química que se dispone en la superficie de una lámina de acero enchapada a base de zinc con una capa de enchapado a base de zinc que contiene de 0,1 a 22,0% en masa de aluminio tiene una favorable resistencia a la corrosión y resistencia al oscurecimiento en un amplio intervalo de montos de deposición de la película de conversión química. La película de conversión química se obtiene por la aplicación de una solución de tratamiento químico que contiene un Molibdato soluble en agua, una sal de vanadio, una amina, un Oxoato del Grupo de metal 4A, y a Fosfato, en donde la relación molar de molibdeno al vanadio es de 0,4 a 5,5, y la relación molar de una amina al vanadio es de 0,3 o más para la lámina de acero enchapada a base de zinc, seguido por secado. La favorable resistencia a la corrosión y resistencia al oscurecimiento de las láminas de acero químicamente tratadas se obtiene, independientemente de la cantidad de deposición de la película de conversión química, aun cuando la solución de tratamiento químico aplicada a la lámina de acero enchapada se seque a una temperatura de secado relativamente baja de 40 o 80°C.

Enseguida, se prepararon las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 101 a 106 con materiales comparativos en la misma forma como la lámina de acero tratada químicamente No. 1 excepto que las soluciones de tratamiento químico se cambiaron respectivamente a las técnicas anteriores A a C, y se evaluaron en la misma forma como en el Ejemplo 1 de acuerdo con el criterio de evaluación antes mencionado. Los resultados se muestran en la siguientes Tablas 11-1 y 11-2.

[Técnica Anterior A]

La solución de cromato parcialmente disponible comercialmente disponible (ZM-3387; Nihon Parkerizing Co., Ltd.) se aplicó a la superficie de una lámina original para el tratamiento químico, e inmediatamente en lo sucesivo calentó y secó a una baja temperatura (a la temperatura de la tira de acero de 40 o 80°C) usando un horno de aire caliente eléctrico de tipo descarga automática para formar una película de conversión química. Notar que la cantidad de deposición del cromo de la película de conversión química fue de 200 mg/m<sup>2</sup>.

[Técnica Anterior B]

Una solución de tratamiento químico transparente azul a la cual se aplicó Carbonato de Zirconio-Amonio, tartrato de vanadilo, ácido fosfórico y ácido cítrico se aplicó a la superficie de una lámina original para el tratamiento químico, e inmediatamente en lo sucesivo calentó y secó a una baja temperatura (a la temperatura de la tira de acero de 40 o 80°C) usando un horno de aire caliente eléctrico de tipo descarga automática para formar una película de conversión química. El tartrato de vanadilo se preparó reduciendo Pentóxido de Vanadio en solución de ácido tartárico acuosa. Notar que el monto de deposición de zirconio y el monto de deposición de vanadio de la película de conversión química ambos fueron de 200 mg/m<sup>2</sup>.

[Técnica Anterior C]

Una solución de tratamiento químico transparente incolora a la que se agregó ácido fluorhídrico de titanio y ácido fosfórico se aplicó a la superficie de una lámina original para el tratamiento químico, e inmediatamente en lo sucesivo se calentó y se secó a una baja temperatura (a la temperatura de la tira de acero de 40 o 80°C) usando un horno de aire caliente eléctrico de tipo descarga automática para formar una película de conversión química. Notar que el monto de deposición de titanio de la película de conversión química fue de 200 mg/m<sup>2</sup>.

Tabla 11-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura de Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |   |   |
|-----------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|---|---|
|           |   |                                   |   |                            | Mo   | V | P |
| Ej. Comp. | 101   | Técnica Anterior A                | 200   | 40                         | -  | - | - |
| Ej. Comp. | 102   | Técnica Anterior A                | 200   | 80                         | -  | - | - |
| Ej. Comp. | 103   | Técnica Anterior B                | 200   | 40                         | -  | - | - |
| Ej. Comp. | 104   | Técnica Anterior B                | 200   | 80                         | -  | - | - |
| Ej. Comp. | 105   | Técnica Anterior C                | 200   | 40                         | -  | - | - |
| Ej. Comp. | 106   | Técnica Anterior C                | 200   | 80                         | -  | - | - |

Tabla 11-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación   |                            |                 |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | V <sup>5+</sup><br>Porcentaje | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                               | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej. Comp. | 101   | Técnica Anterior A                | -                             | C                          | D               | A                             |
| Ej. Comp. | 102   | Técnica Anterior A                | -                             | C                          | D               | A                             |
| Ej. Comp. | 103   | Técnica Anterior B                | -                             | D                          | D               | D                             |
| Ej. Comp. | 104   | Técnica Anterior B                | -                             | C                          | D               | D                             |
| Ej. Comp. | 105   | Técnica Anterior C                | -                             | D                          | D               | D                             |
| Ej. Comp. | 106   | Técnica Anterior C                | -                             | C                          | D               | D                             |

5 Las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 101 y 102 obtenidas usando la solución de tratamiento de cromato comercialmente disponible tuvieron una resistencia a la corrosión en la parte plana y la resistencia a la corrosión de la parte trabajada, dado que la solución de tratamiento químico se secó a una más baja temperatura. Además, las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 103 a 106 obtenidas usando la solución de tratamiento químico en donde el vanadio se redujo con la adición de un ácido orgánico o la solución de tratamiento químico que contiene un fluoruro, cada una fue notablemente inferior en la resistencia a la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento, dado que las soluciones de tratamiento químico se secaron a una baja temperatura.

10 Como se describe anteriormente, se puede encontrar, de la comparación entre los resultados de prueba de las técnicas anteriores mostradas en las Tablas 11-1, 11-2 y los Ejemplos mostrados en las Tablas 5-1, 5-2, 6-1, 6-2, 7-1, 7-2, 8-1, 8-2, 9-1, 9-2, 10-1, 10-2, que la lámina de acero químicamente tratada de acuerdo con la presente invención tiene una favorable resistencia a la corrosión y resistencia al oscurecimiento comparada con las técnicas anteriores. Además, se puede encontrar que la lámina de acero químicamente tratada se obtiene por la producción de una película de conversión química hecha de la solución de tratamiento químico de acuerdo con la presente invención. Además, se puede encontrar que la favorable resistencia a la corrosión y resistencia al oscurecimiento también se obtienen mediante el secado de la solución de tratamiento químico a una baja temperatura.

### 20 [Ejemplo 3]

Se proporciona el enchapado de acero químicamente tratado producido de acuerdo con el siguiente procedimiento. Para una lámina original para el tratamiento químico, se usó una tira de acero de acero con titanio con ultra-bajo carbono con un espesor de lámina de 0,5 mm como el acero de sustrato para producir una lámina de acero enchapada con zinc caliente con una capa a base de zinc que contiene 0,018% en masa de aluminio (monto de deposición del enchapado de 90 g/m<sup>2</sup> por lado), en una línea de producción de enchapado con zinc caliente continua, y la lámina de acero enchapada producida se usó como la lámina original para el tratamiento químico.

La superficie de la lámina original para el tratamiento químico se desgrasó, y secó. Después, cada una de las soluciones de tratamiento químico Nos. 19 a 50 mostradas en las Tablas 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, y 4-2 se aplicó a la superficie de la lámina original para el tratamiento químico, e inmediatamente en lo sucesivo calentó y secó a una baja temperatura (a la temperatura de la tira de acero de 40 o 80°C) usando un horno de aire caliente eléctrico de tipo descarga automática para formar una película de conversión química. De esta forma, se produjeron las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 107 a 170.

Para un espécimen de prueba cortado de cada lámina de acero químicamente tratada, la estructura de la película de conversión química se identificó; el porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio mixto en la película se determinó; la cantidad de deposición de película se midió; y el espécimen de prueba se sometió a la prueba de la resistencia a la corrosión y a la prueba de la resistencia al oscurecimiento. Las soluciones de tratamiento químico usaron la proporción de cada elemento en la película de conversión química, los resultados de la prueba de la resistencia a la corrosión, y los resultados de la prueba de resistencia al oscurecimiento para cada lámina de acero químicamente tratada se muestran en las Tablas 12-1, 12-2, 13-1, 13-2, 14-1, 14-2, 15-1, y 15-2. Notar que la proporción de cada elemento en la película de conversión química se representa como partes en masa de cada elemento con base en 100 partes en masa de zirconio.



Tabla 12-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura de Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |       |      |
|-----------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|-------|------|
|           |   |                                   |   |                            | Mo   | V     | P    |
| Ej.       | 107   | 19                                | 200   | 40                         | 56,5   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 108   | 20                                | 500   | 40                         | 1,9  | 2,0   | 50,0 |
| Ej.       | 109   | 21                                | 500   | 40                         | 60,0   | 20,0  | 1,3  |
| Ej.       | 110   | 22                                | 100   | 40                         | 480,0  | 160,0 | 5,0  |
| Ej.       | 111   | 23                                | 300   | 40                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 112   | 24                                | 1000  | 40                         | 42,2   | 14,9  | 1,8  |
| Ej.       | 113   | 25                                | 500   | 40                         | 39,6   | 6,0   | 5,0  |
| Ej.       | 114   | 26                                | 400   | 40                         | 0,5  | 0,7   | 42,9 |
| Ej.       | 115   | 27                                | 250   | 40                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 116   | 28                                | 100   | 40                         | 94,2   | 11,1  | 1,9  |
| Ej.       | 117   | 29                                | 150   | 40                         | 2,0  | 2,2   | 1,1  |
| Ej.       | 118   | 30                                | 50  | 40                         | 131,8  | 20,0  | 5,0  |
| Ej.       | 119   | 31                                | 100   | 40                         | 46,7   | 26,7  | 6,7  |
| Ej.       | 120   | 32                                | 400   | 40                         | 1,5  | 2,0   | 5,0  |
| Ej.       | 121   | 33                                | 250   | 40                         | 3,5  | 1,3   | 1,3  |
| Ej.       | 122   | 34                                | 10000   | 40                         | 0,2  | 0,3   | 1,3  |

Tabla 12-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |                            |                 |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | V <sup>5+</sup> Porcentaje  | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                             | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej.       | 107   | 19                                | 0,91                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 108   | 20                                | 0,78                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 109   | 21                                | 0,87                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 110   | 22                                | 0,82                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 111   | 23                                | 0,88                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 112   | 24                                | 0,77                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 113   | 25                                | 0,73                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 114   | 26                                | 0,99                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 115   | 27                                | 0,73                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 116   | 28                                | 0,79                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 117   | 29                                | 0,89                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 118   | 30                                | 0,91                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 119   | 31                                | 0,87                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 120   | 32                                | 0,89                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 121   | 33                                | 0,74                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 122   | 34                                | 0,86                        | B                          | B               | B                             |

Tabla 13-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura de Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |       |      |
|-----------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|-------|------|
|           |   |                                   |   |                            | Mo   | V     | P    |
| Ej.       | 123   | 35                                | 1000  | 40                         | 75,3   | 16,0  | 5,0  |
| Ej.       | 124   | 36                                | 300   | 40                         | 71,6   | 23,9  | 1,5  |
| Ej.       | 125   | 37                                | 300   | 40                         | 25,0   | 14,3  | 3,6  |
| Ej.       | 126   | 38                                | 150   | 40                         | 0,2  | 0,3   | 1,5  |
| Ej.       | 127   | 39                                | 1000  | 40                         | 7,8  | 0,8   | 50,0 |
| Ej.       | 128   | 40                                | 500   | 40                         | 36,7   | 39,0  | 2,4  |
| Ej.       | 129   | 41                                | 100   | 40                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 130   | 42                                | 300   | 40                         | 0,2  | 0,3   | 50,0 |
| Ej.       | 131   | 43                                | 150   | 40                         | 9,4  | 10,0  | 5,0  |
| Ej.       | 132   | 44                                | 50  | 40                         | 51,6   | 17,2  | 1,1  |
| Ej.       | 133   | 45                                | 200   | 40                         | 87,2   | 18,5  | 27,8 |
| Ej.       | 134   | 46                                | 300   | 40                         | 480,0  | 160,0 | 5,0  |
| Ej.       | 135   | 47                                | 50  | 40                         | 0,2  | 0,3   | 50,0 |
| Ej.       | 136   | 48                                | 200   | 40                         | 0,3  | 0,4   | 27,8 |
| Ej.       | 137   | 49                                | 250   | 40                         | 1,5  | 2,0   | 5,0  |
| Ej.       | 138   | 50                                | 50  | 40                         | 188,3  | 40,0  | 80,0 |

Tabla 13-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico. | Resultados de la Evaluación |                            |                 |                               |
|-----------|---|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                    | V <sup>5+</sup> Porcentaje  | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                    |                             | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej.       | 123   | 35                                 | 0,90                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 124   | 36                                 | 0,82                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 125   | 37                                 | 0,82                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 126   | 38                                 | 0,87                        | A                          | A               | B                             |
| Ej.       | 127   | 39                                 | 0,90                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 128   | 40                                 | 0,77                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 129   | 41                                 | 0,77                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 130   | 42                                 | 0,77                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 131   | 43                                 | 0,85                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 132   | 44                                 | 0,80                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 133   | 45                                 | 0,77                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 134   | 46                                 | 0,79                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 135   | 47                                 | 0,80                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 136   | 48                                 | 0,74                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 137   | 49                                 | 0,81                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 138   | 50                                 | 0,93                        | A                          | A               | A                             |

Tabla 14-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura de Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |       |      |
|-----------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|-------|------|
|           |   |                                   |   |                            | Mo   | V     | P    |
| Ej.       | 139   | 19                                | 200   | 80                         | 56,5   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 140   | 20                                | 500   | 80                         | 1,9  | 2,0   | 50,0 |
| Ej.       | 141   | 21                                | 500   | 80                         | 60,0   | 20,0  | 1,3  |
| Ej.       | 142   | 22                                | 100   | 80                         | 480,0  | 160,0 | 5,0  |
| Ej.       | 143   | 23                                | 300   | 80                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 144   | 24                                | 1000  | 80                         | 42,2   | 14,9  | 1,8  |
| Ej.       | 145   | 25                                | 500   | 80                         | 39,6   | 6,0   | 5,0  |
| Ej.       | 146   | 26                                | 400   | 80                         | 0,5  | 0,7   | 42,9 |
| Ej.       | 147   | 27                                | 250   | 80                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 148   | 28                                | 100   | 80                         | 94,2   | 11,1  | 1,9  |
| Ej.       | 149   | 29                                | 150   | 80                         | 2,0  | 2,2   | 1,1  |
| Ej.       | 150   | 30                                | 50  | 80                         | 131,8  | 20,0  | 5,0  |
| Ej.       | 151   | 31                                | 100   | 80                         | 46,7   | 26,7  | 6,7  |
| Ej.       | 152   | 32                                | 400   | 80                         | 1,5  | 2,0   | 5,0  |
| Ej.       | 153   | 33                                | 250   | 80                         | 3,5  | 1,3   | 1,3  |
| Ej.       | 154   | 34                                | 10000   | 80                         | 0,2  | 0,3   | 1,3  |

Tabla 14-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |                            |                 |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | V <sup>5+</sup> Porcentaje  | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                             | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej.       | 139   | 19                                | 0,73                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 140   | 20                                | 0,78                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 141   | 21                                | 0,78                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 142   | 22                                | 0,78                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 143   | 23                                | 0,86                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 144   | 24                                | 0,74                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 145   | 25                                | 0,90                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 146   | 26                                | 0,85                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 147   | 27                                | 0,87                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 148   | 28                                | 0,91                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 149   | 29                                | 0,95                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 150   | 30                                | 0,79                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 151   | 31                                | 0,91                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 152   | 32                                | 0,78                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 153   | 33                                | 0,94                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 154   | 34                                | 0,94                        | B                          | B               | B                             |

Tabla 15-1

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de Deposición de Película (mg/m <sup>2</sup> ) | Temperatura de Secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película de Conversión Química (Partes por Masa) |       |      |
|-----------|---|-----------------------------------|---|----------------------------|--|-------|------|
|           |   |                                   |   |                            | Mo   | V     | P    |
| Ej.       | 155   | 35                                | 1000  | 80                         | 75,3   | 16,0  | 5,0  |
| Ej.       | 156   | 36                                | 300   | 80                         | 71,6   | 23,9  | 1,5  |
| Ej.       | 157   | 37                                | 300   | 80                         | 25,0   | 14,3  | 3,6  |
| Ej.       | 158   | 38                                | 150   | 80                         | 0,2  | 0,3   | 1,5  |
| Ej.       | 159   | 39                                | 1000  | 80                         | 7,8  | 0,8   | 50,0 |
| Ej.       | 160   | 40                                | 500   | 80                         | 36,7   | 39,0  | 2,4  |
| Ej.       | 161   | 41                                | 100   | 80                         | 60,0   | 20,0  | 50,0 |
| Ej.       | 162   | 42                                | 300   | 80                         | 0,2  | 0,3   | 50,0 |
| Ej.       | 163   | 43                                | 150   | 80                         | 9,4  | 10,0  | 5,0  |
| Ej.       | 164   | 44                                | 50  | 80                         | 51,6   | 17,2  | 1,1  |
| Ej.       | 165   | 45                                | 200   | 80                         | 87,2   | 18,5  | 27,8 |
| Ej.       | 166   | 46                                | 300   | 80                         | 480,0  | 160,0 | 5,0  |
| Ej.       | 167   | 47                                | 50  | 80                         | 0,2  | 0,3   | 50,0 |
| Ej.       | 168   | 48                                | 200   | 80                         | 0,3  | 0,4   | 27,8 |
| Ej.       | 169   | 49                                | 250   | 80                         | 1,5  | 2,0   | 5,0  |
| Ej.       | 170   | 50                                | 50  | 80                         | 188,3  | 40,0  | 80,0 |

Tabla 15-2

| Categoría | No. de lámina de Acero Químicamente Tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |                            |                 |                               |
|-----------|---|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
|           |   |                                   | V <sup>5+</sup> Porcentaje  | Resistencia a la Corrosión |                 | Resistencia al oscurecimiento |
|           |   |                                   |                             | Parte Plana                | Parte Trabajada |                               |
| Ej.       | 155   | 35                                | 0,91                        | A                          | B               | A                             |
| Ej.       | 156   | 36                                | 0,82                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 157   | 37                                | 0,82                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 158   | 38                                | 0,86                        | A                          | A               | B                             |
| Ej.       | 159   | 39                                | 0,84                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 160   | 40                                | 0,87                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 161   | 41                                | 0,78                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 162   | 42                                | 0,84                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 163   | 43                                | 0,96                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 164   | 44                                | 0,82                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 165   | 45                                | 0,82                        | A                          | A               | A                             |
| Ej.       | 166   | 46                                | 0,74                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 167   | 47                                | 0,68                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 168   | 48                                | 0,83                        | B                          | B               | B                             |
| Ej.       | 169   | 49                                | 0,87                        | B                          | B               | A                             |
| Ej.       | 170   | 50                                | 0,78                        | A                          | A               | A                             |

5 Como es obvio de las Tablas 12-1, 12-2, 13-1, 13-2, 14-1, 14-2, 15-1, y 15-2, se puede encontrar que todas las

- láminas de acero químicamente tratadas cada una con una película de conversión química en donde el porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto en la película de conversión química es de 0,7 o más, y el cual incluye una primera capa de conversión química que contiene vanadio, molibdeno y fósforo, y una segunda capa de conversión química dispuesta en la primera capa de conversión química y que contiene un Oxoato del Grupo de metal 4A, la película de conversión química que se dispone en la superficie de una lámina de acero enchapada a base de zinc con una capa de enchapado a base de zinc que contiene 0,1 a 22,0% en masa de aluminio tiene una favorable resistencia a la corrosión y la resistencia al oscurecimiento. La película de conversión química se obtiene por la aplicación de una solución de tratamiento químico que contiene un Molibdato soluble en agua, una sal de vanadio, una amina, un Oxoato del Grupo de metal 4A, y a Fosfato, en donde la relación molar de molibdeno al vanadio es de 0,4 a 5,5, y la relación molar de una amina al vanadio es de 0,3 o más para la lámina de acero enchapada a base de zinc, seguido por secado. La favorable resistencia a la corrosión y resistencia al oscurecimiento de las láminas de acero químicamente tratadas se obtiene en un amplio intervalo de montos de deposición de la película de conversión química, aun cuando la solución de tratamiento químico se seca a una temperatura de secado relativamente baja.
- Se puede encontrar, de los resultados antes mencionados, que la lámina de acero químicamente tratada de la presente invención con una excelente resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento aun cuando la solución de tratamiento químico se seca a baja temperatura y por un corto período de tiempo.

**[Ejemplo 4]**

- [Preparación de la solución de tratamiento químico No. 51]

Se mezcló Molibdato de Aluminio, Pentóxido de Vanadio, Etanolamina, Carbonato de Zirconio-Amonio (AZC), Fosfato Acido de Diamonio, como se muestran en la Tabla 1, y agua de tal forma que las concentraciones son como las mostradas en las Tablas 16-1 y 16-2 para obtener una solución de tratamiento químico No. 51, La composición y color de cada solución de tratamiento químico se muestran en las Tablas 16-1 y 16-2. En la Tabla 16-2, "Mo/V" indica la relación molar de un elemento de molibdeno al elemento de vanadio, y "amina/V" indica la relación molar de una amina al elemento de vanadio.

[Preparación de las soluciones de tratamiento químico Nos. 52 a 57]

- Las soluciones de tratamiento químico Nos. 52 a 57 cada una se obtuvo en la misma forma como la solución de tratamiento químico No. 51 excepto que la concentración de molibdeno, el tipo de sal de vanadio y la concentración del vanadio, el tipo y concentración de la amina, la concentración del zirconio, y el tipo de Fosfato y concentración de Fosfato cambiaron como se muestra en las Tablas 16-1 y 16-2.

EDTA y NH en la tabla 1 no representan una amina y los ejemplos en las tablas 16-1, 17-1, 18-1 y 19-1 que contienen NH son ejemplos de referencia;

- P4 y P5 en la tabla 1 no representan compuestos de fosfato y los ejemplos en las tablas 16-2, 17-2, 18-2, 19-2 que contienen P4 y P5 son ejemplos de referencia.

Tabla 16-1

| No. de Solución del Trat. Químico | M1                        | Sal de Vanadio |                          | Amina |             | Categoría |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------|-------|-------------|-----------|
|                                   | Concentración de Mo (g/l) | Comp.          | Concentración de V (g/l) | Comp. | Conc. (g/l) |           |
| 51                                | 0,075                     | V1             | 0,10                     | EA    | 0,036       | Ej.       |
| 52                                | 0,075                     | V2             | 0,10                     | NH    | 0,021       |           |
| 53                                | 24,0                      | V2             | 8,00                     | EA    | 15,3        |           |
| 54                                | 1,98                      | V3             | 0,30                     | EA    | 1,15        |           |
| 55                                | 3,11                      | V3             | 0,30                     | IPA   | 1,06        |           |
| 56                                | 24,0                      | V2             | 8,00                     | NH    | 8,79        |           |
| 57                                | 14,1                      | V2             | 0,30                     | EN    | 5,75        |           |

Tabla 16-2

| No. de Solución del Trat. Químico | AZC               | Fosfato |                  | Mo/V (Relación Molar) | Amina/V (Relación Molar) | Color de la Solución del Tratamiento | Categoría |
|-----------------------------------|-------------------|---------|------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------|
|                                   | Conc. de Zr (g/l) | Comp.   | Conc. de P (g/l) |                       |                          |                                      |           |
| 51                                | 5,0               | P1      | 0,25             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                             | Ej.       |
| 52                                | 5,0               | P5      | 0,05             | 0,40                  | 0,30                     | Amarilla                             |           |
| 53                                | 40,0              | P4      | 2,00             | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                             |           |
| 54                                | 5,0               | P3      | 0,25             | 3,50                  | 3,20                     | Amarilla                             |           |
| 55                                | 40,0              | P4      | 20,0             | 5,50                  | 2,40                     | Amarilla                             |           |
| 56                                | 46,5              | P2      | 0,50             | 1,59                  | 1,60                     | Amarilla                             |           |
| 57                                | 7,5               | P4      | 6,00             | 2,50                  | 1,60                     | Amarilla                             |           |

[Preparación de las soluciones de tratamiento químico Nos. 58 a 64]

- 5 Las soluciones de tratamiento químico Nos. 58 a 64 cada una se obtuvo en la misma forma como las soluciones de tratamiento químico Nos. 1 a 57 excepto que una resina orgánica como una resina hidrófila además se mezcló de tal forma que la resina orgánica tiene una concentración como se muestra en las Tablas 17-1 y 17-2. En la Tabla 17-2, "AR" denota una resina acrílica, "PO" denota una poliolefina, "ER" denota una resina epoxi, y "PU" denota poliuretano. Además, la cantidad de una resina orgánica en la Tabla 17-2 es la cantidad (% en masa) de una resina orgánica con base en la cantidad total de vanadio y molibdeno en la solución de tratamiento químico.
- 10 Se nota que "Voncoat 40-418EF" fabricado por DIC Corporation ("Voncoat" es una marca comercial de esta compañía) se usó como la "resina acrílica"; "Zaikthene" AC de tipo A fabricado por Sumitomo Seika Chemicals Co., Ltd. ("Zaikthene" es una marca registrada de esta compañía) se usó como la "poliolefina"; "Resina Adeka EM-0434AN" fabricada por Adeka Corporation ("Resina Adeka" es una marca registrada de esta compañía) se usó como la "resina epoxi"; y "Adeka Bontighter HUX-232" fabricada por Adeka Corporation ("Adeka Bontighter" es una marca registrada de esta compañía) se usó como el "poliuretano".
- 15

[Preparación de las soluciones de tratamiento químico Nos. 65 y 66]

- 20 Las soluciones de tratamiento químico Nos. 65 y 66 cada una se obtuvo en la misma forma as una solución de tratamiento químico No. 51 excepto que la concentración molibdeno, el tipo sal de vanadio y la concentración de vanadio, el tipo y concentración de amina, la concentración de zirconio, el tipo de Fosfato y la concentración de Fosfato, y el tipo y concentración de resina orgánica cambiaron como se muestra en las Tablas 17-1 y 17-2.

Tabla 17-1

| No. de Solución del Trat. Químico No. | M1                | Sal de Vanadio |                  | Amina |             | AZC               | Categoría |
|---------------------------------------|-------------------|----------------|------------------|-------|-------------|-------------------|-----------|
|                                       | Conc. de Mo (g/l) | Comp.          | Conc. de V (g/l) | Comp. | Conc. (g/l) | Conc. de Zr (g/l) |           |
| 58                                    | 0,075             | V1             | 0,10             | EA    | 0,036       | 5,0               | Ej. Comp. |
| 59                                    | 0,075             | V2             | 0,10             | NH    | 0,021       | 5,0               | Ej. Comp. |
| 60                                    | 24,0              | V2             | 8,00             | EA    | 15,3        | 40,0              | Ej.       |
| 61                                    | 1,98              | V3             | 0,30             | EA    | 1,15        | 5,0               | Ej. Comp. |
| 62                                    | 3,11              | V3             | 0,30             | IPA   | 1,06        | 40,0              | Ej.       |
| 63                                    | 24,0              | V2             | 8,00             | NH    | 8,79        | 46,5              | Ej.       |
| 64                                    | 14,1              | V2             | 0,30             | EN    | 5,75        | 7,5               | Ej. Comp. |
| 65                                    | 1,00              | V1             | 0,30             | IPA   | 2,00        | 1,0               | Ej. Comp. |
| 66                                    | 1,00              | V1             | 0,30             | IPA   | 2,00        | 1,0               | Ej. Comp. |

Tabla 17-2

| No. de Solución del Trat. Químico | Fosfato |                  | Resina Orgánica |             |                   |      | MoV (Rel. Molar) | AminaV (Rel. Molar) | Color de la Sol. del Trat. | Cat. |
|-----------------------------------|---------|------------------|-----------------|-------------|-------------------|------|------------------|---------------------|----------------------------|------|
|                                   | Comp.   | Conc. de P (g/l) | Comp.           | Conc. (g/l) | Cant. (% de masa) |      |                  |                     |                            |      |
| 58                                | P1      | 0,25             | AR              | 50,0        | 28500             | 0,40 | 0,30             | Amarilla            | Ej. Comp.                  |      |
| 59                                | P5      | 0,05             | PO              | 80,0        | 45600             | 0,40 | 0,30             | Amarilla            | Ej. Comp.                  |      |
| 60                                | P4      | 2,00             | ER              | 20,0        | 63,0              | 1,59 | 1,60             | Amarilla            | Ej.                        |      |
| 61                                | P3      | 0,25             | AR              | 5,00        | 220               | 3,50 | 3,20             | Amarilla            | Ej. Comp.                  |      |
| 62                                | P4      | 20,0             | PO              | 0,50        | 15,0              | 5,50 | 2,40             | Amarilla            | Ej.                        |      |
| 63                                | P2      | 0,50             | ER              | 20,0        | 63,0              | 1,59 | 1,60             | Amarilla            | Ej.                        |      |
| 64                                | P4      | 6,00             | PU              | 200         | 1170              | 2,50 | 1,60             | Amarilla            | Ej. Comp.                  |      |
| 65                                | -       | -                | PU              | 200         | 13300             | 0,53 | 2,72             | Amarilla            | Ej. Comp.                  |      |
| 66                                | P1      | 1,00             | PU              | 200         | 13300             | 0,53 | 2,72             | Amarilla            | Ej. Comp.                  |      |

[Preparación de las soluciones de tratamiento químico Nos. 67 a 73]

5 Las soluciones de tratamiento químico Nos. 67 a 73 cada una se obtuvo en la misma forma como las soluciones de tratamiento químico Nos. 51 a 57 excepto que un compuesto de flúor que produce un ion de flúor o un ion fluorometálico en agua además se mezcló de tal forma que el compuesto de flúor tiene una concentración como se muestra en las Tablas 18-1 y 18-2, La cantidad del compuesto de flúor en la Tabla 18-2 es la cantidad (% en masa) de elemento de flúor con base en la cantidad total de vanadio y molibdeno en la solución de tratamiento químico. El elemento de flúor se deriva de un ion de flúor o un ion fluorometálico en la solución de tratamiento químico.

Tabla 18-1

| No. de Solución del Trat. Químico | M1                | Sal de Vanadio |                  | Amina |             | AZC               | Categoría |
|-----------------------------------|-------------------|----------------|------------------|-------|-------------|-------------------|-----------|
|                                   | Conc. de Mo (g/l) | Comp.          | Conc. de V (g/l) | Comp. | Conc. (g/l) | Conc. de Zr (g/l) |           |
| 67                                | 0,075             | V1             | 0,10             | EA    | 0,036       | 5,0               | Ej. Comp. |
| 68                                | 0,075             | V2             | 0,10             | NH    | 0,021       | 5,0               | Ej. Comp. |
| 69                                | 24,0              | V2             | 8,00             | EA    | 15,3        | 40,0              | Ej.       |
| 70                                | 1,98              | V3             | 0,30             | EA    | 1,15        | 5,0               | Ej.       |
| 71                                | 3,11              | V3             | 0,30             | IPA   | 1,06        | 40,0              | Ej. Comp. |
| 72                                | 24,0              | V2             | 8,00             | NH    | 8,79        | 46,5              | Ej. Comp. |
| 73                                | 14,1              | V2             | 0,30             | EN    | 5,75        | 7,5               | Ej. Comp. |



Tabla 18-2

| No. de Sol. del Trat. Químico | Fosfato |                  | Comp. de Flúor |             |                   | Mo/V (Rel. Molar) | AminarV (Rel. Molar) | Color de la Sol. del Trat. | Cat.      |
|-------------------------------|---------|------------------|----------------|-------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------|
|                               | Comp.   | Conc. de P (g/l) | Comp.          | Conc. (g/l) | Cant. (% en masa) |                   |                      |                            |           |
| 67                            | P1      | 0,25             | F1             | 2,00        | 373               | 0,40              | 0,30                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |
| 68                            | P5      | 0,05             | F2             | 1,00        | 570               | 0,40              | 0,30                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |
| 69                            | P4      | 2,00             | F3             | 0,50        | 2,00              | 1,59              | 1,60                 | Amarilla                   | Ej.       |
| 70                            | P3      | 0,25             | F1             | 0,50        | 22,0              | 3,50              | 3,20                 | Amarilla                   | Ej.       |
| 71                            | P4      | 20,0             | F2             | 10,0        | 293               | 5,50              | 2,40                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |
| 72                            | P2      | 0,50             | F3             | 50,0        | 156               | 1,59              | 1,60                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |
| 73                            | P4      | 6,00             | F1             | 20,0        | 117               | 2,50              | 1,60                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |

## ES 2 755 359 T3

[Preparación de las soluciones de tratamiento químico Nos. 74 a 80]

5 Las soluciones de tratamiento químico Nos. 74 a 80 cada una se obtuvo en la misma forma como las soluciones de tratamiento químico Nos. 51 a 57 excepto que un compuesto de silicio que produce un Grupo silanol en agua además se mezcló de tal forma que el compuesto de silicio tiene una concentración as mostrada en las Tablas 19-1 y 19-2, La cantidad de un compuesto de silicio en la Tabla 19-2 es la cantidad (% en masa) de un elemento de silicio con base en la cantidad total de vanadio y molibdeno en la solución de tratamiento químico. El elemento de silicio se deriva de un Grupo silanol en la solución de tratamiento químico.

Tabla 19-1

| No. de Solución del Trat. Químico | M1                | Sal de Vanadio |                  | Amina |             | AZC               | Categoría |
|-----------------------------------|-------------------|----------------|------------------|-------|-------------|-------------------|-----------|
|                                   | Conc. de Mo (g/l) | Comp.          | Conc. de V (g/l) | Comp. | Conc. (g/l) | Conc. de Zr (g/l) |           |
| 74                                | 0,075             | V1             | 0,10             | EA    | 0,036       | 5,00              | Ej. Comp. |
| 75                                | 0,075             | V2             | 0,10             | NH    | 0,021       | 5,00              | Ej. Comp. |
| 76                                | 24,0              | V2             | 8,00             | EA    | 15,327      | 40,0              | Ej.       |
| 77                                | 1,98              | V3             | 0,30             | EA    | 1,150       | 5,00              | Ej. Comp. |
| 78                                | 3,11              | V3             | 0,30             | IPA   | 1,060       | 40,0              | Ej. Comp. |
| 79                                | 24,0              | V2             | 8,00             | NH    | 8,794       | 46,5              | Ej.       |
| 80                                | 14,1              | V2             | 0,30             | EN    | 5,748       | 7,50              | Ej. Comp. |

Tabla 19-2

| No. de Sol. del Trat. Químico | Fosfato |                  | Comp. de Silicio |             |                   | Mo/V (Rel. Molar) | Amina/V (Rel. Molar) | Color de la Sol. del Trat. | Categoría |
|-------------------------------|---------|------------------|------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------|
|                               | Comp.   | Conc. de P (g/l) | Comp.            | Conc. (g/l) | Cant. (% de masa) |                   |                      |                            |           |
| 74                            | P1      | 0,25             | S1               | 2,00        | 179               | 0,40              | 0,30                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |
| 75                            | P5      | 0,05             | S2               | 5,00        | 2850              | 0,40              | 0,30                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |
| 76                            | P4      | 2,00             | S3               | 0,20        | 1,00              | 1,59              | 1,60                 | Amarilla                   | Ej.       |
| 77                            | P3      | 0,25             | S1               | 5,00        | 220               | 3,50              | 3,20                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |
| 78                            | P4      | 20,0             | S2               | 8,00        | 235               | 5,50              | 2,40                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |
| 79                            | P2      | 0,50             | S3               | 10,0        | 31,0              | 1,59              | 1,60                 | Amarilla                   | Ej.       |
| 80                            | P4      | 6,00             | S1               | 20,0        | 117               | 2,50              | 1,60                 | Amarilla                   | Ej. Comp. |

Notar que, con el fin de prevenir que el vanadio se reduzca en la preparación de la solución de tratamiento químico, se agregó una sal de vanadio y disolvió en una solución acuosa con una temperatura de líquido de 40°C o inferior que contiene una amina. Se considera que, dado que el color de cada solución de tratamiento químico es amarillo, la valencia del vanadio contenido en cada solución de tratamiento químico es pentavalente (V<sup>5+</sup>).

5 [Producción de Láminas de Acero Químicamente Tratadas Nos. 171 a 200]

La superficie de la lámina original para el tratamiento químico se desgrasó, y secó. Después, se aplicó una solución de tratamiento químico No. 51 mostrada en las Tablas 16-1 y 16-2 a la superficie de la lámina original para el tratamiento químico en la cantidad del monto de la deposición de película de conversión química mostrada en la Tabla 20-1, e inmediatamente en lo sucesivo calentó y secó a una temperatura de secado de (a la temperatura de la tira de acero de) 40°C por 2 segundos usando un horno de aire caliente eléctrico de tipo descarga automática para formar una película de conversión química. De esta forma, se produjo lámina de acero químicamente tratada No. 171.

Además, las soluciones de tratamiento químico Nos. 52 a 80 se usaron en lugar de una solución de tratamiento químico No. 51 para respectivamente producir las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 172 a 200 en la misma forma como las láminas de acero químicamente tratadas No. 51, excepto que las soluciones de tratamiento químico se aplicaron a la lámina original para el tratamiento químico en la cantidad de deposiciones mostradas en la Tabla 20-1 o 21-1, y calentaron y secaron a una temperatura de secado mostrada en la Tabla 20-1 o 21-1. Notar que el tiempo de secado es de 6 segundos cuando la temperatura de secado es de 80°C.

[Medición y Evaluación de Láminas de Acero Químicamente Tratadas]

20 Para un espécimen de prueba cortado de cada lámina de acero químicamente tratada, la estructura de la película de conversión química se identificó, y el espécimen de prueba se sometió a la prueba de la resistencia a la corrosión y a la prueba de la resistencia al oscurecimiento en la misma forma como en el Ejemplo 1.

25 Como un resultado, se confirmó, en láminas de acero químicamente tratadas categorizada en los Ejemplos, que la estructura de dos capas (es decir, primera y segunda capas de conversión química) similares a la lámina de acero químicamente tratada No. 17, por ejemplo, contiene vanadio, molibdeno y fósforo en la primera capa de conversión química y un Oxoato del Grupo de metal 4<sup>a</sup> en la segunda capa de conversión química. Sin embargo, la estructura de dos capas en la película de conversión química no se confirmó en láminas de acero químicamente tratadas categorizadas en los Ejemplos Comparativos.

30 El tipo de las soluciones de tratamiento químico, el monto de deposición, la temperatura de secado, el contenido de molibdeno, vanadio y fósforo en la película de conversión química, el porcentaje de vanadio pentavalente, y varios resultados de la evaluación cada uno se muestra en las Tablas 20-1, 20-2, 21-1, y 21-2. Notar que cada proporción de contenido de molibdeno, vanadio y fósforo indica partes en masa de cada elemento con base en 100 partes en masa de un elemento de zirconio.

Tabla 20-1

| No. De Solución del Trat. Químico | No. De Solución del Trat. Químico | Cantidad de deposición (mg/m <sup>2</sup> ) | Temp. de secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película Químicamente Tratada (Partes por Masa) |       |      | Categoría |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|----------------------|---|-------|------|-----------|
|                                   |                                   |   |                      | Mo  | V     | P    |           |
| 171                               | 51                                | 200   | 40                   | 1,5   | 2,0   | 5,0  | Ej.       |
| 172                               | 52                                | 200   | 80                   | 1,5   | 2,0   | 1,0  | Ej.       |
| 173                               | 53                                | 200   | 40                   | 60,0  | 20,0  | 5,0  | Ej.       |
| 174                               | 54                                | 500   | 40                   | 39,6  | 6,0   | 5,0  | Ej.       |
| 175                               | 55                                | 1000  | 40                   | 7,8   | 0,8   | 50,0 | Ej.       |
| 176                               | 56                                | 50  | 40                   | 51,6  | 17,2  | 1,1  | Ej.       |
| 177                               | 57                                | 50  | 80                   | 188,3   | 40,0  | 80,0 | Ej.       |
| 178                               | 58                                | 200   | 40                   | 1,5   | 2,0   | 5,0  | Ej. Comp. |
| 179                               | 59                                | 200   | 80                   | 1,5   | 2,0   | 1,0  | Ej. Comp. |
| 180                               | 60                                | 200   | 40                   | 60,0  | 20,0  | 5,0  | Ej.       |
| 181                               | 61                                | 500   | 40                   | 39,6  | 6,0   | 5,0  | Ej. Comp. |
| 182                               | 62                                | 1000  | 40                   | 7,8   | 0,8   | 50,0 | Ej.       |
| 183                               | 63                                | 300   | 40                   | 480,0   | 160,0 | 5,0  | Ej.       |

ES 2 755 359 T3

(continuación)

| No. De Solución del Trat. Químico | No. De Solución del Trat. Químico | Cantidad de deposición (mg/m <sup>2</sup> ) | Temp. de secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película Químicamente Tratada (Partes por Masa) |      |       | Categoría |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|----------------------|---|------|-------|-----------|
|                                   |                                   |   |                      | Mo  | V    | P     |           |
| 184                               | 64                                | 50  | 80                   | 188,3   | 40,0 | 80,0  | Ej. Comp. |
| 185                               | 65                                | 200   | 80                   | 100,0   | 50,0 | 0,0   | Ej. Comp. |
| 186                               | 66                                | 200   | 80                   | 100,0   | 50,0 | 100,0 | Ej. Comp. |

Tabla 20-2

| No. de Solución del Trat. Químico | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |  |  |                               | Categoría |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|--|-------------------------------|-----------|
|                                   |                                   | V <sup>5+</sup> /V          | Parte Plana Resistencia a la Corrosión | Parte Trabajada Resistencia a la Corrosión | Resistencia al oscurecimiento |           |
| 171                               | 51                                | 0,92                        | A                                      | A  | A                             | Ej.       |
| 172                               | 52                                | 0,81                        | B                                      | B  | A                             | Ej.       |
| 173                               | 53                                | 0,92                        | B                                      | B  | A                             | Ej.       |
| 174                               | 54                                | 0,85                        | A                                      | A  | A                             | Ej.       |
| 175                               | 55                                | 0,71                        | A                                      | A  | A                             | Ej.       |
| 176                               | 56                                | 0,79                        | A                                      | A  | A                             | Ej.       |
| 177                               | 57                                | 0,79                        | B                                      | B  | A                             | Ej.       |
| 178                               | 58                                | 0,85                        | D                                      | D  | C                             | Ej. Comp. |
| 179                               | 59                                | 0,71                        | D                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 180                               | 60                                | 0,93                        | B                                      | B  | A                             | Ej.       |
| 181                               | 61                                | 0,63                        | D                                      | D  | C                             | Ej. Comp. |
| 182                               | 62                                | 0,82                        | A                                      | A  | A                             | Ej.       |
| 183                               | 63                                | 0,95                        | A                                      | A  | A                             | Ej.       |
| 184                               | 64                                | 0,75                        | D                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 185                               | 65                                | 0,72                        | D                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 186                               | 66                                | 0,78                        | C                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |

Tabla 21-1

| No. de lámina de acero químicamente tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de deposición (mg/m <sup>2</sup> ) | Temp. de secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película Químicamente Tratada (Partes por Masa) |       |      | Categoría |
|---|-----------------------------------|---|----------------------|---|-------|------|-----------|
|   |                                   |   |                      | Mo  | V     | P    |           |
| 187   | 67                                | 200   | 40                   | 1,5   | 2,0   | 5,0  | Ej. Comp. |
| 188   | 68                                | 200   | 80                   | 1,5   | 2,0   | 1,0  | Ej. Comp. |
| 189   | 69                                | 200   | 40                   | 60,0  | 20,0  | 5,0  | Ej.       |
| 190   | 70                                | 500   | 40                   | 39,6  | 6,0   | 5,0  | Ej.       |
| 191   | 71                                | 1000  | 40                   | 7,8   | 0,8   | 50,0 | Ej. Comp. |
| 192   | 72                                | 300   | 40                   | 480,0   | 160,0 | 5,0  | Ej. Comp. |
| 193   | 73                                | 50  | 80                   | 188,3   | 40,0  | 80,0 | Ej. Comp. |
| 194   | 74                                | 200   | 40                   | 1,5   | 2,0   | 5,0  | Ej. Comp. |
| 195   | 75                                | 200   | 80                   | 1,5   | 2,0   | 1,0  | Ej. Comp. |
| 196   | 76                                | 200   | 40                   | 60,0  | 20,0  | 5,0  | Ej.       |
| 197   | 77                                | 500   | 40                   | 39,6  | 6,0   | 5,0  | Ej. Comp. |
| 198   | 78                                | 1000  | 40                   | 7,8   | 0,8   | 50,0 | Ej. Comp. |
| 199   | 79                                | 300   | 40                   | 480,0   | 160,0 | 5,0  | Ej.       |

(continuación)

| No. de lámina de acero químicamente tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Cantidad de deposición (mg/m <sup>2</sup> ) | Temp. de secado (°C) | Relación de Cada Elemento en la Película Químicamente Tratada (Partes por Masa) |      |      | Categoría |
|---|-----------------------------------|---|----------------------|---|------|------|-----------|
|   |                                   |   |                      | Mo  | V    | P    |           |
| 200   | 80                                | 50  | 80                   | 188,3   | 40,0 | 80,0 | Ej. Comp. |

Tabla 21-2

| No. de lámina de acero químicamente tratada | No. de Solución del Trat. Químico | Resultados de la Evaluación |  |  |                               | Cat.      |
|---|-----------------------------------|-----------------------------|--|--|-------------------------------|-----------|
|   |                                   | V <sup>5+</sup> /V          | Parte Plana Resistencia a la Corrosión | Parte Trabajada Resistencia a la Corrosión | Resistencia al oscurecimiento |           |
| 187   | 67                                | 0,85                        | D                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 188   | 68                                | 0,81                        | D                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 189   | 69                                | 0,92                        | B                                      | B  | A                             | Ej.       |
| 190   | 70                                | 0,90                        | A                                      | A  | A                             | Ej.       |
| 191   | 71                                | 0,68                        | D                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 192   | 72                                | 0,75                        | D                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 193   | 73                                | 0,74                        | D                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 194   | 74                                | 0,81                        | C                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 195   | 75                                | 0,79                        | D                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 196   | 76                                | 0,95                        | B                                      | B  | A                             | Ej.       |
| 197   | 77                                | 0,84                        | C                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 198   | 78                                | 0,76                        | C                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |
| 199   | 79                                | 0,93                        | A                                      | A  | A                             | Ej.       |
| 200   | 80                                | 0,78                        | C                                      | D  | D                             | Ej. Comp. |

5 Como es obvio de las Tablas 16-1, 16-2 y 20-1, 20-2, en láminas de acero químicamente tratadas Nos. 171 a 177 obtenidas usando, respectivamente, soluciones de tratamiento químico Nos. 51 a 57, toda la resistencia a la corrosión en la parte plana, la resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento fueron suficientemente favorables.

10 Sin embargo, como es obvio de las Tablas 17-1, 17-2 y 20-1, 20-2, en láminas de acero químicamente tratadas Nos. 178 a 184 obtenidas usando, respectivamente, soluciones de tratamiento químico Nos. 58 a 64 con las mismas composiciones como aquellas de las soluciones de tratamiento químico Nos. 51 a 57 excepto que contiene una resina hidrófila, al menos una de la resistencia a la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento a veces fueron insuficientes. Específicamente, en láminas de acero químicamente tratadas Nos. 180, 182 y 183 usando, respectivamente, soluciones de tratamiento químico Nos. 60, 15 62 y 63 con una concentración relativamente baja de una resina hidrófila, todas, la resistencia a la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento fueron suficientemente favorables. En contraste, en láminas de acero químicamente tratadas Nos. 178, 179, 181 y 184 obtenidas usando, respectivamente, las soluciones de tratamiento químico Nos. 58, 59, 61 y 64 con una concentración relativamente alta de una resina hidrófila, todas, la resistencia a la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte 20 trabajada y la resistencia al oscurecimiento fueron insuficientes. Se considera que esto se debe a que el contenido de una resina hidrófila a una concentración relativamente alta en una solución de tratamiento químico inhibe la formación de la estructura de dos capas en la película de conversión química.

25 También, en las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 185 y 186, todas, la resistencia a la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento fueron insuficientes. Esto se considera como sigue: las soluciones de tratamiento químico Nos. 65 y 66 contienen una resina hidrófila a una alta concentración independientemente de la presencia/ausencia de fósforo a pesar de que "Mo/V" y "amina/V" en las soluciones de tratamiento químico Nos. 65 y 66 son iguales, y de esta forma la formación de la estructura de dos capas en la película de conversión química se inhibe por la misma razón como se describe anteriormente.

30 Además, como es obvio de las Tablas 18-1, 18-2 y 21-1, 21-2, en las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 187 a 193 obtenidas usando, respectivamente, las soluciones de tratamiento químico Nos. 67 a 73 con las mismas

composiciones como aquellas de las soluciones de tratamiento químico Nos. 51 a 57 excepto que contienen flúor como un ion de flúor o un ion fluorometálico, al menos una de la resistencia a la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento fue insuficiente algunas veces. Específicamente, en las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 189 y 190 usando, respectivamente, las soluciones de tratamiento químico Nos. 69 y 70 con una concentración relativamente bajo de flúor, todas, la resistencia a la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento fueron suficientemente favorables. En contraste, en las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 187, 188, y 191 a 193 obtenidas usando, respectivamente, las soluciones de tratamiento químico Nos. 67, 68, y 71 a 73 con una concentración de flúor relativamente alta, todas, a la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento fueron insuficientes. Esto se considera se debe a que el contenido de flúor a una concentración relativamente alta en una solución de tratamiento químico inhibe la formación de la estructura de dos capas en la película de conversión química.

Además, como es obvio de las Tablas 19-1, 19-2 y 21-1, 21-2, en las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 194 a 200 obtenidas usando, respectivamente, las soluciones de tratamiento químico Nos. 74 a 80 con las mismas composiciones a las de las soluciones de tratamiento químico Nos. 51 a 57 excepto que contienen un silicio derivado de un Grupo silanol, al menos una de la resistencia a la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento fueron insuficientes algunas veces. Específicamente, en las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 196 y 199 usando, respectivamente, las soluciones de tratamiento químico Nos. 76 y 79 con una concentración de silicio relativamente baja, todas, la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento fueron suficientemente favorables. En contraste, en las láminas de acero químicamente tratadas Nos. 194, 195, 197, 198, y 200 obtenidas usando, respectivamente, las soluciones de tratamiento químico Nos. 74, 75, 77, 78, y 80 con una concentración de silicio relativamente alta, todas, la corrosión en la parte plana, resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento fueron insuficientes. Esto se considera se debe a que el contenido de silicio a una concentración relativamente alta en una solución de tratamiento químico inhibe la formación de la estructura de dos capas en la película de conversión química.

Como se describe anteriormente, se puede encontrar que la lámina de acero químicamente tratada con una excelente resistencia a la corrosión en la parte trabajada y la resistencia al oscurecimiento pueden obtenerse aplicando, a una lámina de acero enchapada a base de zinc una capa de enchapado a base de zinc que contiene 0,1 a 22,0% en masa de aluminio, una solución de tratamiento químico que contiene Molibdato soluble en agua, una sal de vanadio, una amina, un Oxoato del Grupo de metal 4A y un compuesto de Fosfato, en donde la relación molar de molibdeno al vanadio es de 0,4 a 5,5, y una relación molar de la amina al vanadio es de 0,3 o más; y el contenido de la resina hidrófila es a lo sumo 100% en masa, la concentración de flúor es a lo sumo 30% en masa, o la concentración de silicio es a lo sumo 50% en masa, con base en la cantidad total de vanadio y molibdeno, aun cuando la solución de tratamiento químico se seca a baja temperatura y por un corto período de tiempo.

La solicitud reclama la prioridad de la Solicitud de la Patente Japonesa No. 2013-235543 presenta en Noviembre 14, 2013, y la Solicitud de la Patente Japonesa No. 2014-231275 presentada en Noviembre 14, 2014, el contenido total de las cuales incluyendo la especificación y las figuras se incorpora en la presente por referencia.

#### **Aplicabilidad Industrial**

La lámina de acero químicamente tratada de la presente invención con una excelente resistencia a la corrosión y resistencia al oscurecimiento, por consiguiente, es útil para un amplio intervalo de aplicaciones, tales como automóviles, materiales para la construcción, y algunos electrodomésticos, por ejemplo.

**REIVINDICACIONES**

1, Una solución de tratamiento químico para revestir una lámina de acero enchapada a base de zinc con una capa de enchapado a base de zinc que contiene 0,1 a 22,0% en masa de aluminio, comprendiendo la solución de tratamiento químico:

- 5 un ion ácido de molibdeno;  
 in ion de vanadio pentavalente;  
 una amina;  
 un oxoato de elemento del grupo 4; y  
 10 un compuesto seleccionado del grupo que consiste en fosfato ácido de diamonio, un fosfato diácido de amonio y fosfato de triamonio,  
 en la que:

- 15 la amina tiene un peso molecular de 80 o menos,  
 una relación molar de molibdeno al vanadio en la solución de tratamiento químico es de 0,4 a 5,5,  
 una relación molar de la amina al vanadio en la solución de tratamiento químico es de 0,3 o más,  
 un contenido de una resina hidrófila en la solución de tratamiento químico a lo sumo de 100% en masa con base en una cantidad total del vanadio y el molibdeno en la solución de tratamiento químico,  
 un contenido total de flúor derivado de un ion de flúor o un ion fluorometálico en la solución de tratamiento químico es a lo sumo 30% en masa con base en la cantidad total de vanadio y el molibdeno en la solución de tratamiento químico, y  
 20 un contenido de silicio derivado de un Grupo silanol en la solución de tratamiento químico es a lo sumo 50% en masa con base en la cantidad total de vanadio y el molibdeno en la solución de tratamiento químico.

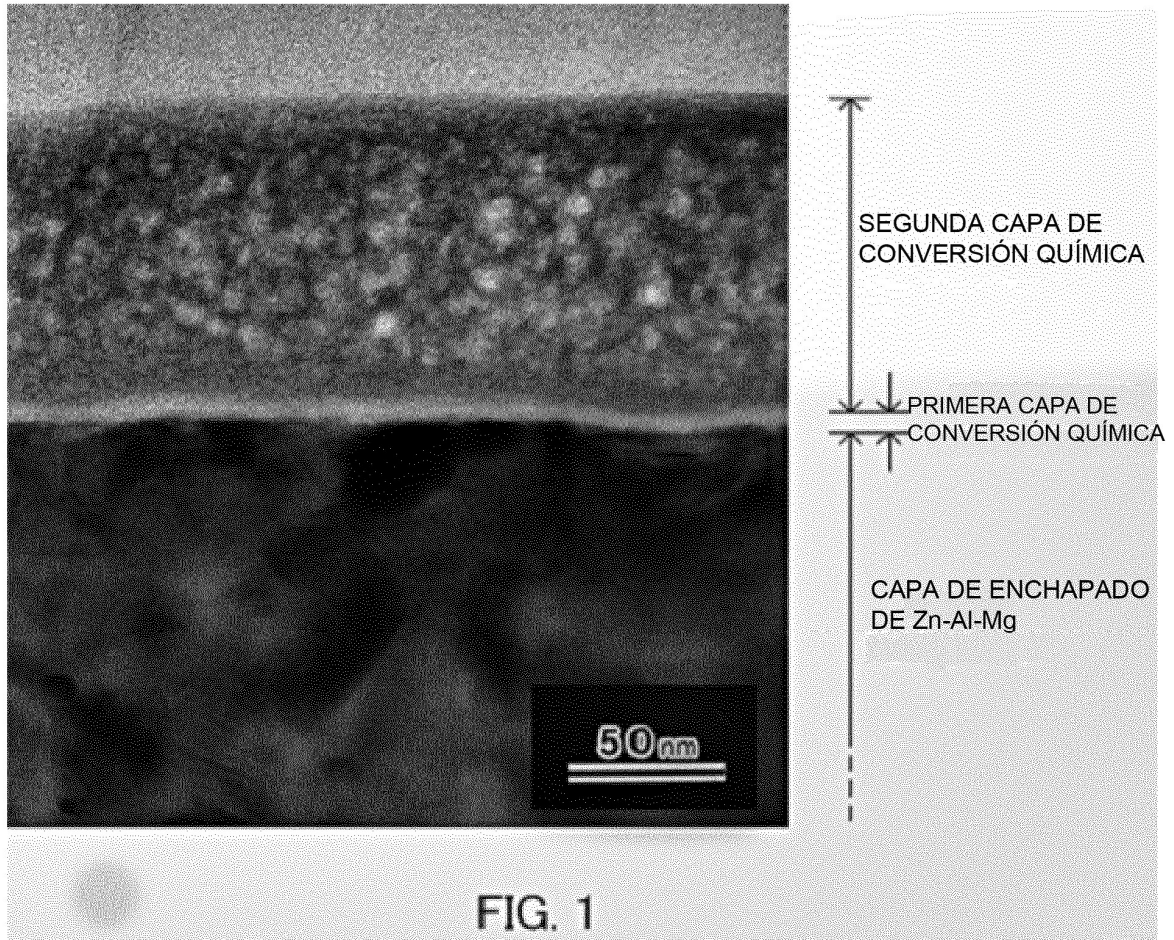
2, Una lámina de acero químicamente tratada, formada aplicando la solución de tratamiento químico de conformidad con la reivindicación 1 a la superficie de una lámina de acero enchapada a base de zinc y secando la misma, que comprende:

- 25 la lámina de acero enchapada a base de zinc con una capa de enchapado a base de zinc que contiene 0,1 a 22,0% en masa de aluminio, y una película de conversión química dispuesta en la capa de enchapado a base de zinc,  
 en donde:  
 30 la película de conversión química incluye una primera capa de conversión química dispuesta en una superficie de la capa de enchapado a base de zinc y que contiene vanadio, molibdeno y fósforo, y una segunda capa de conversión química dispuesta en la primera capa de conversión química y que contiene un oxoato de elemento del grupo 4, y  
 un porcentaje de vanadio pentavalente con base en el vanadio valente mixto en la película de conversión química es de 0,7 o más.

- 35 3, La lámina de acero químicamente tratada de conformidad con la reivindicación 2, en la que:  
 el oxoato de elemento del grupo 4 es un Oxoato de zirconio, y  
 la película de conversión química contiene de 1 a 60 partes en masa de molibdeno, 2 a 20 partes en masa de vanadio, y 10 a 50 partes en masa de fósforo, con base en 100 partes en masa de zirconio.

- 40 4, La lámina de acero químicamente tratada de conformidad con la reivindicación 2 o 3, en la que la lámina de acero enchapada a base de zinc es una lámina de acero enchapada por inmersión en caliente de zinc con aluminio y magnesio contiene una capa de enchapado por inmersión en caliente de zinc que contiene de 0,1 a 22,0% en masa de aluminio y de 1,5 a 10,0% en masa de magnesio.





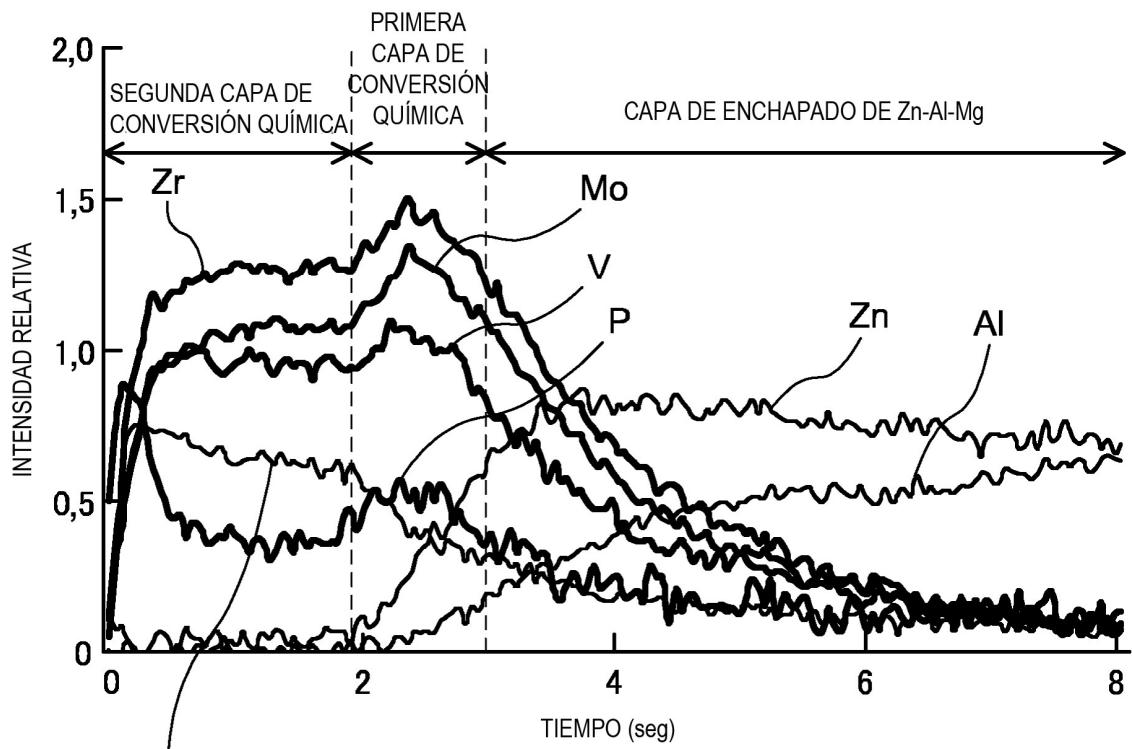


FIG. 2

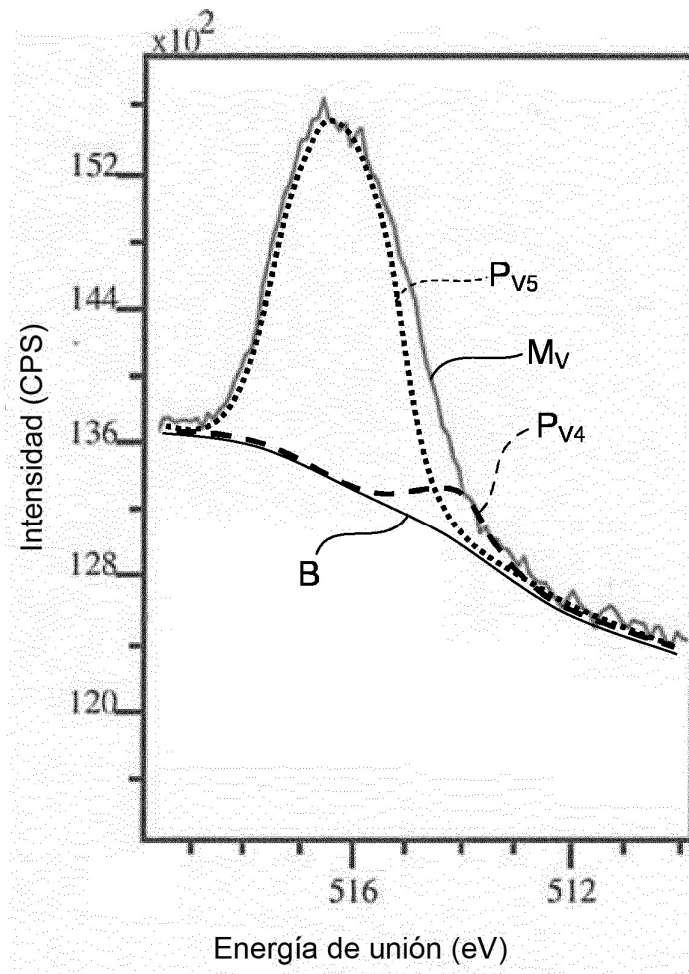


FIG. 3