

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 228**

51 Int. Cl.:

H01M 2/02	(2006.01)	C22C 38/18	(2006.01)
C21D 1/76	(2006.01)		
C22C 38/00	(2006.01)		
C23C 8/02	(2006.01)		
C23C 8/08	(2006.01)		
B32B 15/08	(2006.01)		
B32B 15/18	(2006.01)		
C21D 8/02	(2006.01)		
C21D 9/46	(2006.01)		
C23C 8/10	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.05.2016 PCT/JP2016/065057**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16194661**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2016 E 16803096 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3306698**

54 Título: **Lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería y método de producción de la misma**

30 Prioridad:
29.05.2015 JP 2015110228

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.07.2019

73 Titular/es:
**NISSHIN STEEL CO., LTD. (100.0%)
4-1 Marunouchi 3-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8366, JP**

72 Inventor/es:
**UEDA, DAICHI;
MATSUO, SHOICHI;
FUJII, TAKAHIRO;
HIRAKAWA, NAOKI;
SUGITA, SHUICHI y
ODA, YUKIO**

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 719 228 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

Lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería y método de producción de la misma

5 La presente invención se refiere a una lámina delgada de acero inoxidable para blindaje de batería, lámina delgada de acero inoxidable (denominada en lo sucesivo en el presente documento "lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería") que es adecuada para un recipiente de una batería secundaria de ion de litio y similar y a un método de producción de la misma.

Antecedentes

10 Las baterías secundarias tales como baterías de níquel y cadmio, baterías de níquel e hidrógeno, y baterías secundarias de ion de litio se usan en dispositivos eléctricos y dispositivos electrónicos tales como teléfonos móviles y ordenadores portátiles. En particular, las baterías secundarias de ion de litio se usan a menudo en teléfonos móviles y otros dispositivos móviles debido a su alta densidad de energía peso y su idoneidad para aplicaciones pequeñas y ligeras. Recientemente, se han usado baterías secundarias de ion de litio en una amplia diversidad creciente de campos, como se observa en su uso en herramientas eléctricas, vehículos eléctricos, vehículos híbridos, y satélites pequeños.

15 En estos campos, se ha producido una demanda de reducción de tamaño, peso, y coste así como mejoras en la densidad de energía de peso y la seguridad. Un material usado para el blindaje de una batería tal como una batería secundaria de ion de litio es por lo general una lámina delgada metálica que se ha revestido con resina de forma laminada en una o ambas caras de la misma. Tal material se sella térmicamente de un modo tal que produzca un recipiente de batería. Junto con las demandas crecientes que se han descrito anteriormente, también se ha
20 producido la necesidad de un recipiente de batería que se conforme de un modo tal que permita que los componentes de la batería llenen de forma eficaz el recipiente de la batería sin dejar espacios muertos. Como tal, existe la demanda de lámina delgada metálica como material de blindaje de batería, dado que la lámina delgada metálica exhibe una procesabilidad superior en trabajo de prensado tal como alabeo. A menudo se usan lámina delgada de aluminio y lámina delgada de aleación de aluminio debido a la facilidad con que se pueden preparar
25 láminas delgadas y trabajar por prensado. Por ejemplo, la Bibliografía de Patente 1 desvela un material de blindaje de batería que se obtiene por revestimiento de una lámina delgada de aleación de aluminio con polipropileno (PP) de forma laminada, conteniendo la lámina delgada Fe en una cantidad de no menos de un 0,6 %. La Bibliografía de Patente 1 desvela que el material es útil para reducción de tamaño y peso.

30 Desafortunadamente, las reducciones adicionales en el espesor de la lámina delgada de aluminio reducirán su resistencia a la ruptura y por lo tanto harán que el material se rompa con mayor probabilidad durante el trabajo por prensado. También existe el riesgo de que una fuerza externa tal como una vibración, un impacto, o una fuerza perforante que actúe sobre el material de blindaje de batería pueda hacer que el material llegue a deformarse o dañarse y que la solución de electrolito escape de la batería como resultado.

35 Además, las baterías secundarias de ion de litio usan en la actualidad una solución de electrolito obtenida por disolución de LiPF_6 en una solución mixta que contiene carbonato de etileno y éster carbónico de dialquilo. Tal solución de electrolito se conoce por reaccionar con agua para producir fluoruro de hidrógeno. Debido a que el fluoruro de hidrógeno es altamente corrosivo, una pérdida de la solución de electrolito es probable que dañe significativamente un dispositivo en el que esté montada la batería de ion de litio. Como tal, desde el punto de vista de la seguridad, existe la demanda de una lámina delgada metálica que tenga una alta resistencia a la ruptura para su uso como material de blindaje de batería.
40

Por ello, se han realizado desarrollos recientes en técnicas que implican una lámina delgada de acero inoxidable como material de blindaje de batería que pueda satisfacer los requisitos de propiedades que se han descrito anteriormente. La lámina delgada de acero inoxidable tiene una alta resistencia y por lo general es varias veces más resistente que la lámina delgada de aluminio en términos de resistencia a la tracción y similar. En comparación con
45 los materiales convencionales para blindaje de batería, la lámina de acero inoxidable se puede preparar para que sea más delgada y más segura.

Un parámetro importante de un material de blindaje de batería es la adherencia entre la lámina delgada metálica y la resina revestida sobre la misma de forma laminada en el lado que entra en contacto con la solución de electrolito. En el caso en el que exista una mala adherencia entre la resina y la lámina delgada metálica, la solución de electrolito que permea en la resina a lo largo del tiempo hace que la resina se pele de la lámina delgada metálica una vez que la solución de electrolito alcanza la superficie de la lámina delgada metálica. Esto crea el riesgo de fuga de la solución de electrolito. Las Bibliografías de Patente 2 y 3 desvelan métodos de mejora de la adherencia de la propia lámina delgada de acero inoxidable con respecto a la resina. Estos métodos implican someter la lámina delgada de acero inoxidable a tratamiento térmico en una atmósfera reductora de un modo tal que proporcione, en la lámina delgada de acero inoxidable, una película de óxido que tiene una adherencia superior.
55

La Bibliografía de Patente 2 desvela someter una lámina de acero inoxidable, que tiene un patrón de abrasión aleatorio o un patrón de abrasión ligero, a recocido brillante a una temperatura de no menos de 800 °C de un modo tal que proporcione una película de óxido en la que el contenido de Si se vea aumentado a no menos de un 50 por ciento en moles. Esto mejora la adherencia entre el acero inoxidable y una resina tal como resina basada en epoxi y basada en poliéster.

La Bibliografía de Patente desvela el recocido de una lámina delgada de acero inoxidable a la que se ha dado una rugosidad media aritmética Ra de no menos de 0,1 µm mediante el uso de abrasión ligera o un rodillo de reducción que tiene una superficie rugosa. La lámina delgada de acero inoxidable se somete a recocido a una temperatura en un intervalo de 600 °C a 800 °C de un modo tal que se obtenga una película de óxido en la que (i) el contenido de oxígeno está dentro de un intervalo de un 20 por ciento en moles a un 60 por ciento en moles y (ii) el contenido de Cr es mayor que el contenido de Fe. Esto mejora la adherencia entre la lámina delgada de acero inoxidable y una resina basada en poliolefina.

Lista de citas

[Bibliografía de Patente]

- 15 [Bibliografía de Patente 1] Publicación de Solicitud de Patente Japonesa, Tokukaihei, n.º 10-208708 (Fecha de publicación: 7 de agosto de 1998)
 [Bibliografía de Patente 2] Publicación de Solicitud de Patente Japonesa, Tokukai, n.º 2005-001245 (Fecha de publicación: 6 de enero de 2005)
 20 [Bibliografía de Patente 3] Publicación de Solicitud de Patente Japonesa, Tokukai, n.º 2012-033295 (Fecha de publicación: 16 de febrero de 2012)

Sumario

En el caso en que se apliquen las técnicas de la Bibliografía de Patente 2 a una lámina delgada de acero inoxidable que sirve como material de blindaje de batería, la película de óxido tendrá un alto contenido de Si. Como tal, después de que el material de blindaje de batería se sumerja en la solución de electrolito, será más probable que se rompa un enlace Si-O por parte del fluoruro de hidrógeno producido por la reacción entre la solución de electrolito y agua. Como resultado, desafortunadamente disminuirá la adherencia entre la lámina delgada de acero inoxidable y la resina.

Las técnicas de la Bibliografía de Patente 3 mejoran la adherencia entre la lámina delgada de acero inoxidable y la resina mediante (i) recocido que se lleva a cabo a una temperatura en un intervalo de 600 °C a 800 °C de un modo tal que se prevenga un aumento del contenido de Si en la película de óxido y (ii) una rugosidad media aritmética Ra de la lámina delgada de acero inoxidable que no es menor que 0,1 µm. Con tal rugosidad media aritmética Ra, el trabajo de endurecimiento causa cambios en el coeficiente de difusión de los átomos de un modo tal que el contenido de Cr llega a ser mayor que el contenido de Fe en la película de óxido. Sin embargo, es deseable mejorar la adherencia incluso más. Una batería secundaria experimenta un aumento de temperatura durante la carga y por lo tanto se somete repetidamente a choques térmicos (cambios en la temperatura). Es deseable mejorar la adherencia entre la lámina delgada de acero inoxidable y la resina que se observa después de tales choques térmicos. También es deseable mejorar adicionalmente la adherencia entre la lámina delgada de acero inoxidable y la resina que se observa después de inmersión en la solución de electrolito. La presente invención se ha conseguido en vista de los problemas anteriores. Un objetivo de la presente invención es proporcionar una lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería que tenga una excelente adherencia a la resina después de que se someta a choque térmico y después de que se sumerja en una solución de electrolito.

Los inventores de la presente invención realizaron la presente invención después de descubrir, a través de estudios exhaustivos, que se puede obtener una excelente adherencia entre una lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería y una resina mediante (i) el ajuste de las proporciones de elementos de una película de óxido de un modo tal que el contenido de Fe sea mayor que en las técnicas que se desvelan en la Bibliografía de Patente 3, (ii) el establecimiento de un límite interior para el espesor de la película de óxido, y (iii) el ajuste de la rugosidad media aritmética de la película de óxido.

Una lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería de acuerdo con un aspecto de la presente invención incluye una película de óxido, que tiene un espesor de no menos de 2 nm y no más de 5 nm, que contiene (i) Fe en una cantidad de no menos de un 40 por ciento en moles, (ii) Cr en una cantidad menor que la de Fe, y (iii) Si en una cantidad de no más de un 40 por ciento en moles, teniendo la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería una rugosidad media aritmética Ra de menos de 0,1 µm pero no menos de 0,02 µm en una dirección ortogonal a la dirección en la que se ha laminado la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería.

Efectos ventajosos de la invención

En un aspecto de la presente invención, el Fe, que tiene una alta humectabilidad y para el que es relativamente alta la energía estándar de deformación de un óxido del mismo, está contenido en una tasa de contenido alta de no menos de un 40 por ciento en moles de la película de óxido. Además, el Cr está contenido en una cantidad menor que la del Fe. Esto mejora la adherencia a la resina. La tasa de contenido de Si en la película de óxido se establece que sea no más de un 40 por ciento en moles, lo que hace posible mejorar la adherencia a la resina que se observa después de inmersión en la solución de electrolito. El espesor de la película de óxido se establece que sea no menos de 2 nm, lo que hace posible conseguir un efecto adecuado de aumentar la adherencia a la resina. La rugosidad media aritmética Ra de la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería que tiene la película de óxido se establece que sea menos de 0,1 μm pero no menos de 0,02 μm en la dirección ortogonal a la dirección en la que se ha laminado la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería. Esto hace posible prevenir la disminución de la adherencia a la resina, que se observa después de choque térmico o después de inmersión en la solución de electrolito, que disminuye los racimos del aire que ha entrado entre la película de óxido y la resina. Por lo tanto, la configuración anterior hace posible proporcionar una lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería que tiene una excelente adherencia a la resina después de someterse a choque térmico y después de sumergirse en una solución de electrolito.

Descripción de realizaciones

La Figura 1 es una vista en sección transversal de una lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería de acuerdo con una realización de la presente invención. La Figura 2 es un espectro para Fe obtenido por espectroscopía fotoelectrónica de rayos X llevada a cabo en una película de óxido de la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería. La Figura 3 es un gráfico que muestra la relación entre (i) la profundidad analítica medida a partir de una superficie de la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería y (ii) las proporciones de elementos de Fe y O.

La siguiente descripción discutirá una lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería, de acuerdo con la Realización 1 de la presente invención, que tiene una excelente adherencia a la resina después de someterse a choque térmico y después de sumergirse en una solución de electrolito. Se ha de observar que las siguientes descripciones se proporcionan con el fin de explicar mejor lo esencial de la presente invención y por lo tanto no son limitantes a menos que se especifique de otro modo. También se ha de observar que "de A a B", como se usa en el presente documento, significa "no menos que A y no más que B".

La Figura 1 es una vista en sección transversal de una lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería de acuerdo con la Realización 1. Como se ilustra en la Figura 1, se forma una película de óxido 1a sobre una superficie de una lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería. La lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería se produce mediante un método que incluye las etapas de: (i) preparar una lámina delgada de acero inoxidable que tiene un espesor predeterminado por laminación de una lámina de acero inoxidable con el uso de rodillos de reducción y (ii) recocido de la lámina delgada de acero inoxidable preparada de ese modo. Según sea apropiado, tal método puede incluir además, después de la etapa (ii), la etapa (iii) de someter la superficie de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería a abrasión de un modo tal que la superficie tenga una rugosidad deseada. Una superficie de la película 1a de óxido de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería preparada de ese modo se reviste con una resina (no se muestra) de una forma laminada, y la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería se procesa a continuación en la forma de un recipiente de batería.

El acero inoxidable, que constituye la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería, no se limita a un tipo particular de acero inoxidable tal como acero inoxidable austenítico, ferrítico, o martensítico. Algunos ejemplos posibles incluyen SUS304, SUS430, y SUS316. Sin embargo, se ha de observar que el acero austenítico es preferente debido a que (i) tiene una propiedad de extensión superior y tiene una alta procesabilidad después de haberse sometido a tratamiento térmico de solución sólida y (ii) exhibe un alto grado de endurecimiento por trabajo y por lo tanto tiene una alta resistencia después de conformarse.

La lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería tiene un espesor que cae dentro del intervalo de, por ejemplo, 5 μm a 100 μm . En términos de la consecución de resistencia y el ahorro de peso que se requieren de un material de blindaje de armadura, el espesor cae preferentemente dentro del intervalo de 5 μm a 30 μm . Debido a que la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería se produce mediante el uso de rodillos de reducción, el espesor se puede controlar mediante el ajuste del espaciado de los rodillos de reducción.

La película 1a de óxido se forma sobre la superficie de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería sometiendo la lámina delgada de acero inoxidable laminada preparada en la etapa de laminación a recocido en una atmósfera reductora. La película 1a de óxido de acuerdo con la Realización 1 contiene (i) Fe en una cantidad de no menos de un 40 por ciento en moles, (ii) Cr en una cantidad menor que la de Fe, y (iii) Si en una cantidad de no más de un 40 por ciento en moles. Esto permite una mejora en la adherencia entre la película 1a de óxido y la

resina.

La tasa de contenido de Fe en la película 1a de óxido indica el valor obtenido dividiendo (i) la suma de las cantidades contenidas de Fe existentes como óxido o hidróxido por (ii) la suma de las cantidades de Fe, Cr, Mn, y Si contenidas existentes cada una como óxido o como hidróxido, estando contenidos el Fe, Cr, Mn, y Si en grandes cantidades en la película 1a de óxido. Las tasas de contenido de Cr y Si se calculan de la misma forma.

La Bibliografía de Patente 3 desvela que una película de óxido que contiene Cr en una cantidad mayor que la de Fe mejora la adherencia a la resina. Sin embargo, los inventores de la presente invención han descubierto que establecer la tasa de contenido de Fe en la película 1a de óxido de un modo tal que no sea menos de un 40 por ciento en moles y establecer la tasa de contenido de Cr para que sea menor que la de Fe mejora la adherencia entre la película 1a de óxido y la resina. La siguiente descripción discutirá la razón por la que la película 1a de óxido que contiene más Fe que Cr mejora la adherencia a la resina.

Debido a la composición de acero inoxidable, la película 1a de óxido contiene una gran cantidad de óxidos e hidróxidos de Fe, Cr, Mn, y Si. Una comparación de la energía estándar de formación de los óxidos de estos elementos es la que sigue a continuación: óxido de Fe > óxido de Cr > óxido de Mn > óxido de Si. El óxido de Fe tiene la energía estándar de formación más alta. Una alta energía estándar de formación de un óxido significa que el óxido es termodinámicamente inestable. En el caso en el que un óxido termodinámicamente inestable entra en contacto con otra sustancia, transfiere energía (transferencia de electrones, etc.) a la sustancia de un modo tal que se vuelve más estable y por lo tanto tiende a atraer más fuertemente la sustancia. En otras palabras, cuanto más termodinámicamente inestable es un óxido, mayor es su humectabilidad. Por esta razón, es presumible que la película 1a de óxido que contiene Fe en una cantidad de no menos de un 40 por ciento en moles y Cr en una cantidad menor que la de Fe mejore la adherencia a la resina.

Incluso si se generara fluoruro de hidrógeno en una batería en respuesta a una reacción entre la solución de electrolito y agua, es improbable que la adherencia se vea afectada por el fluoruro de hidrógeno. Esto es debido a que la película 1a de óxido contiene Si en una tasa de concentración baja de no más de un 40 por ciento en moles.

La película 1a de óxido en la que la tasa de contenido de Fe, cuyo óxido tiene la energía estándar de formación más alta, es no menos de un 40 por ciento en moles, se puede obtener por recocido de la lámina delgada de acero inoxidable laminada, preparada en la etapa de laminación, a una temperatura dentro del intervalo de 900 °C a 1180 °C en una atmósfera reductora en la que (i) el punto de rocío está dentro del intervalo de -40 °C a -60 °C y (ii) la presión parcial de hidrógeno es no menos de un 75 %. Se ha de observar que una temperatura de recocido dentro del intervalo de 900 °C a 1180 °C es mayor que la que se desvela en la Bibliografía de Patente 3. Tal temperatura de recocido, que está en o cerca de un intervalo de temperatura para recocido blando, permite una mejora en la procesabilidad de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería. En el caso en el que se emplee acero inoxidable ferrítico, el recocido se lleva a cabo preferentemente a una temperatura dentro del intervalo de 900 °C a 1000 °C, que es un intervalo de temperatura para recocido blando. En el caso en el que se emplee acero inoxidable austenítico, el recocido se lleva a cabo preferentemente a una temperatura dentro del intervalo de 1000 °C a 1100 °C, que es un intervalo de temperatura para recocido de solubilización.

La película 1a de óxido tiene un espesor de no menos de 2 nm. En el caso en el que la película 1a de óxido tenga un espesor de menos de 2 nm, no es posible provocar el efecto de mejorar la adherencia de forma adecuada entre la película 1a de óxido y la resina. La película 1a de óxido tiene un espesor de no más de 5 nm. Esto es debido a que, en el caso en el que la película 1a de óxido tenga un espesor de más de 5 nm, se puede causar coloración por templado, causando de ese modo un deterioro en las propiedades estéticas.

Es decir, la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería tiene una rugosidad media aritmética Ra (JIS B 0601), en una dirección ortogonal a la dirección en la que se lamina la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería, que es menos de 0,1 µm pero no menos de 0,02 µm.

En el caso en el que (i) la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería (es decir, la superficie de la película 1a de óxido) esté revestida con una resina de una forma laminada, (ii) entre aire entre la resina y la película 1a de óxido, y (iii) la batería secundaria, que emplea la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería, aumente la temperatura durante la carga, el aire entre la resina y la superficie de la película 1a de óxido se expande, de un modo tal que es probable que la resina se pele. Por lo tanto, con el fin de prevenir que entre aire entre la película 1a de óxido y la resina, es necesario aumentar la presión lineal de la línea de contacto entre rodillos (es decir, la presión que causa que la resina sea prensada contra la película 1a de óxido) que se aplica mediante un rodillo de laminación cuando se reviste la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería con la resina de una forma laminada. En el caso en el que la presión lineal de la línea de contacto entre rodillos aumente, entonces se hace necesario ajustar de forma apropiada la cantidad de la resina con el fin de prevenir que la resina se vuelva más delgada que un espesor deseado. Sin embargo, estableciendo la rugosidad media aritmética Ra de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería que tiene la película 1a de óxido para que sea menor

que 0,1 μm , llega a ser difícil que entre aire entre la resina y la película 1a de óxido, incluso en el caso en el que el rodillo de laminación aplique una baja presión lineal de la línea de contacto entre rodillos mientras se reviste la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería con la resina de una forma laminada. Esto hace posible prevenir que la resina se pele debido a tal aire. Además, dado que no hay ninguna necesidad de aumentar la presión lineal de la línea de contacto entre rodillos, es más fácil conseguir un espesor de resina deseado.

En el caso en el que la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería tenga una rugosidad media aritmética R_a de 0,1 μm o mayor, es fácil que la solución de electrolito consiga permearse y recogerse en depresiones finas en la superficie de la película 1a de óxido cuya superficie está en la interfase con la resina. Esto puede causar potencialmente una disminución en la adherencia entre la resina y la película 1a de óxido después de inmersión en la solución de electrolito. Sin embargo, estableciendo la rugosidad media aritmética R_a de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería para que sea menos de 0,1 μm , es posible prevenir que la adherencia entre la resina y la película 1a de óxido disminuya después de la inmersión en la solución de electrolito.

La rugosidad media aritmética R_a de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería se puede ajustar (i) mediante el ajuste de la rugosidad superficial del rodillo de reducción que se usa en la etapa de laminación o (ii) en una etapa de abrasión llevada a cabo después de la laminación. Una rugosidad media aritmética R_a de no menos de 0,02 μm se puede conseguir fácilmente seleccionando de forma apropiada la rugosidad superficial del rodillo de reducción empleado en la etapa de laminación, sin la necesidad de que se lleve a cabo una etapa de abrasión después de la etapa de laminación.

Se ha de observar que, dado que el espesor de la película 1a de óxido es del orden de unos pocos nanómetros, la rugosidad media aritmética R_a de la lámina de acero inoxidable no cambia antes ni después de la etapa de recocido en la que se forma la película 1a de óxido.

La lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería se puede someter a un tratamiento de conversión. Mediante la formación de una película de tratamiento de conversión sobre la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería, es posible proporcionar una lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería que tenga una adherencia a la resina incluso más superior. Se ha de observar que el tipo de la película de tratamiento de conversión y el método de aplicación de la película de tratamiento de conversión no se limitan de forma particular. Algunos ejemplos posibles de la película de tratamiento de conversión incluyen los tipos habituales de película de tratamiento de conversión tales como (i) una película de tratamiento de conversión de cromo que se obtiene mediante el uso de un tratamiento con cromato y (ii) un agente de acoplamiento de silano. Algunos ejemplos posibles del método de aplicación de la película de tratamiento de conversión incluyen métodos habituales tales como inmersión, pulverización, revestimiento con rodillos, y revestimiento con barra. Sin embargo, se ha de observar que el revestimiento con rodillos y el revestimiento con barra son preferentes en términos de controlar la cantidad que se aplica.

Con respecto a un lado o a ambos lados de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería, la película 1a de óxido se reviste con una resina o resinas tales como una resina o resinas de poliolefina o una resina o resinas de poliéster de una forma laminada. Tal resina o resinas son una composición de resinas cuyo componente principal es, por ejemplo, polipropileno o tereftalato de polietileno, que tiene una alta resistencia a los compuestos químicos. La resina se usa, en particular, para una superficie que entre en contacto con una solución de electrolito. La resina solo necesita contener, como componente principal de la misma, polipropileno, tereftalato de polietileno, o similar. La resina puede ser un copolímero que se obtiene por copolimerización, por ejemplo, de una resina modificada en la que se introduce un grupo funcional o que se somete a modificación ácida. Una composición de copolimerización contiene preferentemente polipropileno, tereftalato de polietileno, o similar en una cantidad de no menos de un 50 % en masa.

El método mediante el que se reviste la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería con la resina no se limita de forma particular. Algunos ejemplos habituales incluyen (i) un método de laminación térmica en el que la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería, sobre la que se ha aplicado un adhesivo, se reviste con una película de resina mediante unión por termocompresión y (ii) un método de laminación por extrusión en el que la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería, sobre la que se ha aplicado un adhesivo, se reviste con una resina fundida que se acaba de extruir por una extrusora que tiene una boquilla en T.

Mediante el prensado de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería que se ha revestido con la resina como se ha indicado anteriormente, es posible que la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería tenga una forma de recipiente de batería. El método del trabajo de prensado no se limita de forma particular. Algunos ejemplos habituales incluyen trabajo de prensado de alabeo o estiramiento. La forma del recipiente de batería no se limita de forma particular y puede ser, por ejemplo, un tubo rectangular o un cilindro.

Una batería secundaria se puede producir mediante el uso de la lámina delgada 1 de acero inoxidable de blindaje de batería de la Realización 1 como sigue a continuación. En especial, se ponen (i) los elementos de la batería tales

5 como un cátodo, un ánodo, y un separador y (ii) otros contenidos de la batería tales como la solución de electrolito, en el recipiente de la batería preparado como se ha indicado anteriormente, y a continuación se sella térmicamente el recipiente de la batería. El tipo de la batería secundaria no se limita de forma particular. Algunos ejemplos posibles incluyen una batería de ion de litio, una batería de polímero de litio, una batería de níquel e hidrógeno, y una batería de níquel y cadmio.

10 Como se ha descrito anteriormente, la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería de acuerdo con la Realización 1 incluye una película de óxido, que tiene un espesor de no menos de 2 nm y no más de 5 nm, que contiene (i) Fe en una cantidad de no menos de un 40 por ciento en moles, (ii) y Cr en una cantidad menor que la de Fe, y (iii) Si en una cantidad de no más de un 40 por ciento en moles, teniendo la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería una rugosidad media aritmética Ra de menos de 0,1 µm pero no menos de 0,02 µm en una dirección ortogonal a la dirección en la que se ha laminado la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería.

La lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería se dispone de un modo tal que el espesor de la película de óxido sea no más de 5 nm.

15 La lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería se obtiene por recocido de una lámina delgada de acero inoxidable laminada a una temperatura dentro del intervalo de 900 °C a 1180 °C, en una atmósfera reductora en la que (i) el punto de rocío cae dentro del intervalo de -40 °C a -60 °C y (ii) la presión parcial de hidrógeno es no menos de un 75 %.

20 La presente invención no se limita a la realización, sino que se puede alterar por parte de un experto en la materia dentro del ámbito de las reivindicaciones.

La siguiente descripción discutirá ejemplos no limitantes de la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería de acuerdo con una realización de la presente invención.

<Ejemplos 1 a 5, Ejemplos Comparativos 1 a 4>

25 Se sometió una lámina de acero inoxidable a laminado en frío de un modo tal que se obtuvo una lámina delgada de acero inoxidable que tenía un espesor de 20 µm. La lámina de acero inoxidable estaba compuesta por SUS304 que contenía (i) los componentes que se indican en la Tabla 1, (ii) Fe, y (iii) impurezas inevitables.

[Tabla 1]

Tipo de acero	Componentes (% en masa)						
	C	Si	Mn	Ni	Cr	P	S
SUS304	0,071	0,57	0,80	8,09	18,1	0,03	0,004

30 Después de la etapa de laminación, se usó un aparato de medición de rugosidad superficial de tipo palpador para medir la rugosidad superficial aritmética Ra de una superficie de la lámina delgada de acero inoxidable en una dirección ortogonal a la dirección en la que se laminó la lámina delgada de acero inoxidable. La medición mostró que Ra era de 0,05 µm.

35 A continuación, la lámina delgada de acero inoxidable, que se había laminado en la etapa de laminación, se sometió a recocido en la pluralidad de condiciones que se indican en la Tabla 2 de un modo tal que se produjeron las respectivas láminas delgadas de acero inoxidable de blindaje de batería de los Ejemplos 1 a 5 y los Ejemplos Comparativos 1 a 4. A continuación, las películas de óxido de las superficies de las respectivas láminas delgadas de acero inoxidable de blindaje de batería se analizaron con respecto a (i) proporciones de elementos y (ii) espesor.

40 Cada tasa de contenido de Fe, Cr, Si, y Mn, que son los elementos contenidos en las películas de óxido, se analizaron mediante el uso de espectroscopía fotoelectrónica de rayos X ("AXIS NOVA," fabricada por SHIMADZU CORPORATION) que tiene una fuente de rayos X de MgK α. Para cada espectro de los diversos elementos, se aislaron los picos correspondientes a las energías de unión de un enlace metálico, un óxido, y un hidróxido, y se encontraron las intensidades integradas de los respectivos picos. Para cada espectro de los diversos elementos, se aislaron los picos correspondientes a las energías de unión de un enlace metálico, un óxido y un hidróxido, y se calcularon las intensidades integradas respectivas de cada pico. La Figura 2 muestra un espectro a modo de ejemplo para el Fe. La tasa de contenido (porcentaje en moles) de Fe en cada película de óxido se calculó dividiendo (i) la suma de las intensidades integradas de los picos correspondientes a un óxido o un hidróxido de Fe, excluyendo la energía de unión de Fe, por (ii) la suma de las intensidades integradas de los picos correspondientes a los óxidos e hidróxidos de Fe, Cr, Si, y Mn. Las tasas de contenido de los demás elementos se calcularon de forma

similar.

5 El espesor de cada película de óxido se midió mediante el siguiente procedimiento. Se usó un espectroscopio electrónico Auger ("JAMP-9500F," fabricado por JEOL Ltd.) para irradiar cada película de óxido con un haz de electrones y para medir la intensidad de energía cinética de los electrones Auger generados por la transición Auger de Fe y O en un intervalo analítico de 50 μm^2 . El análisis cuantitativo se llevó a cabo basándose en las intensidades de cada espectro, y se llevó a cabo un grabado mediante el uso de una pistola de iones de Ar. A continuación se analizó una relación, específicamente la relación entre (i) la profundidad analítica obtenida por conversión de una tasa de pulverización iónica de un material de referencia de SiO_2 en el espesor y (ii) las proporciones de elementos de Fe y O. La Figura 3 es un ejemplo de un gráfico que muestra la relación entre (i) la profundidad analítica y (ii) las proporciones de elementos de Fe y O. Se consideró que la profundidad analítica en el punto en el que intersectan las curvas respectivas de Fe y O era el espesor de la película de óxido.

[Tabla 2]

N.º	Condiciones de recocido			Proporciones de elementos (% en moles) en la película de óxido			Espesor de la película de óxido (nm)
	Temperatura (°C)	Punto de rocío (°C)	Presión parcial de H_2 (%)	Fe	Cr	Si	
Ej. 1	1.030	-50	100	67	22	4	3
Ej. 2	1.100	-60	90	71	22	2	2
Ej. 3	1.180	-60	100	76	21	0	2
Ej. 4	1.000	-40	75	58	20	19	3
Ej. 5	900	-40	75	46	17	34	4
Ej. Com. 1	870	-35	75	19	30	43	7
Ej. Com. 2	950	-50	60	26	29	41	4
Ej. Com. 3	1.000	-35	100	30	21	42	6
Ej. Com. 4	1.200	-65	100	77	21	0	1

Nota: En la tabla anterior, "Ej." y "Ej. Com." indican "Ejemplo" y "Ejemplo comparativo", respectivamente.

15 A continuación, las respectivas láminas delgadas de acero inoxidable de blindaje de batería de los Ejemplos 1 a 5 y los Ejemplos Comparativos 1 a 4, que se habían producido como se ha indicado anteriormente, se calentaron a 100 °C en un horno. Después de eso, un lado de cada una de las láminas delgadas de acero inoxidable de blindaje de batería se revistió provisionalmente de una forma laminada, con una presión lineal de separación entre rodillos de 6,5 N/mm, con una película de polipropileno modificado con ácido ("Admer QE060 #30," fabricado por Tohcello Co., Ltd.) que tenía un espesor de 30 μm . Las láminas delgadas de acero inoxidable de blindaje de batería se calentaron a continuación durante 60 segundos en un horno a 160 °C para preparar los cuerpos laminados respectivos.

Un área de 50 mm x 50 mm de cada uno de los cuerpos laminados se sometió a trabajo de prensado de alabeo, y a continuación se evaluó la procesabilidad de los cuerpos laminados de acuerdo con en los siguientes criterios.

- 25 "Muy bueno": la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería no se rompió con una altura de alabeo de 5 mm o más.
- "Bueno": la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería se rompió con una altura de alabeo en un intervalo de 3 mm a menos de 5 mm.
- "Malo": la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería se rompió con una altura de alabeo de menos de 3 mm.

30 Cada uno de los cuerpos laminados también se sometió a ensayo de choque térmico y un ensayo de inmersión en solución de electrolito con el fin de que se evaluara la adherencia entre la película de propileno modificada con ácido y la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería.

En el ensayo de choque térmico, el ambiente de cada uno de los cuerpos laminados se forzó a alternar entre un

estado de temperatura baja y un estado de temperatura alta. Tal cambio en el estado de temperatura hace que cada uno de los cuerpos laminados se expandan y se contraigan, de un modo tal que se generen tensiones debido a diferencias en las tasas de expansión en las juntas de los respectivos materiales diferentes. Se evaluó el pelado causado por esta tensión. Cada uno de los cuerpos laminados se sometió a un ensayo de pelado de 90° (ensayo de pelado) antes y después de un ensayo de choque térmico de 300 ciclos, donde un ciclo se define como una hora a 120 °C seguido de una hora a -40 °C. Se evaluó la adherencia entre la película de polipropileno modificada con ácido y la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería como sigue a continuación.

"Muy bueno": la resistencia al pelado después del ensayo de choque térmico fue no menos de un 80 % de la observada antes del ensayo de choque térmico.

"Bueno": la resistencia al pelado después del ensayo de choque térmico fue menos de un 80 % pero no menos de un 40 % de la observada antes del ensayo de choque térmico.

"Malo": la resistencia al pelado después del ensayo de choque térmico fue menos de un 40 % de la observada antes del ensayo de choque térmico.

En el ensayo de inmersión en solución de electrolito, cada uno de los cuerpos laminados se sumergió en una solución de electrolito, y se evaluó la adherencia entre la película de polipropileno modificado con ácido y la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería una vez que se hubo permitido que la solución de electrolito pudiera permear la película de polipropileno modificado con ácido. Para cada cuerpo laminado, se cortó la película de polipropileno modificado con ácido con la que se había revestido la lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería en una cuadrícula de 100 cuadrados de acuerdo con la norma JIS K5400 (versión previa de la norma JIS). El cuerpo laminado se sumergió a continuación en la solución de electrolito a 60 °C durante 48 horas. La solución de electrolito se obtuvo por disolución de LiPF₆, a una concentración de 1 mol/l, en un disolvente mixto que contenía carbonato de etileno (EC), carbonato de dimetilo (DMC) y carbonato de dietilo (DEC) con una proporción volumétrica de 1:1:1. Después de la inmersión, se llevó a cabo un ensayo de pelado de cinta, y se evaluó la adherencia de acuerdo con los siguientes criterios.

"Muy bueno": se pelaron no más de 20 cuadrados de resina de la película delgada a lo largo de las líneas de corte.

"Bueno": se separaron más de 20 cuadrados pero menos de 40 cuadrados de resina de la lámina delgada a lo largo de las líneas de corte.

"Malo": se separaron más de 40 cuadrados de resina de la lámina delgada a lo largo de las líneas de corte.

La Tabla 3 muestra los resultados de las evaluaciones de procesabilidad y adherencia.

[Tabla 3]

N.º	Procesabilidad	Adherencia	
		Ensayo de choque térmico	Ensayo de inmersión en solución de electrolito
Ej. 1	MB	MB	MB
Ej. 2	MB	MB	MB
Ej. 3	MB	MB	MB
Ej. 4	MB	MB	MB
Ej. 5	B	MB	B
Ej. Com. 1	M	B	M
Ej. Com. 2	MB	B	M
Ej. Com. 3	MB	MB	M
Ej. Com. 4	MB	M	M

Nota: En la tabla anterior, "Ej." y "Ej. Com." indican "Ejemplo" y "Ejemplo comparativo", respectivamente. Además, "MB," "B," y "M" indican "Muy bueno", "Bueno" y "Malo", respectivamente.

Cada uno de los Ejemplos 1 a 5 tiene una película de óxido que contiene Fe en una cantidad de no menos de un 40 por ciento en moles, Cr en una cantidad menor que la de Fe, y Si en una cantidad de no más de un 40 por ciento en moles, teniendo la película de óxido un espesor de no menos de 2 nm. Como se muestra en la Tabla 3, cada uno de los Ejemplos 1 a 5 se evaluó como "Bueno" o "Muy bueno" en términos tanto de procesabilidad como de adherencia. El Ejemplo 5, que se sometió a recocido a una temperatura comparativamente inferior, tuvo una película de óxido en

la que (i) la tasa de contenido de Fe estuvo cerca del límite inferior de un 40 por ciento en moles y (ii) la tasa de contenido de Si estuvo cerca del límite superior de un 40 por ciento en moles. Como tal, el Ejemplo 5 fue inferior en comparación con los Ejemplos 1 a 4 con respecto a (i) procesabilidad y (ii) adherencia después de inmersión en solución de electrolito.

5 El Ejemplo Comparativo 1 se sometió a recocido a una temperatura incluso inferior, que fue menor de 900 °C, y tuvo una tasa de contenido de Fe en la película de óxido que fue menos de un 40 por ciento en moles y una tasa de contenido de Si que excedió de un 40 por ciento en moles. Como resultado, el Ejemplo Comparativo 1 se evaluó como "Malo" en términos de (i) procesabilidad y (ii) adherencia después de inmersión en solución de electrolito. Además, el Ejemplo Comparativo 1 contenía Cr, para el que la energía estándar de formación de un óxido del mismo es mayor que la de un óxido de Fe, en una cantidad mayor que la de Fe. Como resultado, el Ejemplo Comparativo 1 fue inferior a los Ejemplos 1 a 5 en términos de adherencia después del ensayo de choque térmico.

15 Los Ejemplos Comparativos 2 y 3 se sometieron a recocido a temperaturas mayores de 900 °C. Sin embargo, en los Ejemplos Comparativos 2 y 3, una de las condiciones reductoras, el punto de rocío o la presión parcial de hidrógeno, se establecieron para que fueran inferiores en comparación con los Ejemplos 1 a 5. Como tales, las respectivas películas de óxido de los Ejemplos Comparativos 2 y 3 tuvieron tasas de contenido de Si que excedieron un 40 por ciento en moles. Esto dio como resultado una evaluación de "Malo" con respecto a la adherencia después de inmersión en solución de electrolito. Además, el Ejemplo Comparativo 2 contenía Cr en una cantidad mayor que la de Fe. Como resultado, el Ejemplo Comparativo 2 fue inferior a los Ejemplos 1 a 5 en términos de adherencia después del ensayo de choque térmico.

20 El Ejemplo Comparativo 4 se sometió a recocido en condiciones reductoras cuyos valores fueron mayores en comparación con los Ejemplos 1 a 5. Como tal, la película de óxido del Ejemplo Comparativo 4 tuvo un espesor de solo 1 nm, y el Ejemplo Comparativo 4 fracasó en exhibir una adherencia adecuada.

<Ejemplos 6 y 7, Ejemplo Comparativo 5>

25 Las láminas delgadas de acero inoxidable de blindaje de batería del Ejemplo 6, el Ejemplo 7, y el Ejemplo Comparativo 5 se produjeron en condiciones similares a la del Ejemplo 1, excepto en que se utilizaron rodillos de reducción, que tenían diferentes rugosidades de acabado de las del Ejemplo 1, cuando se laminaron en frío las láminas de acero inoxidable. La Tabla 4 muestra la rugosidad superficial aritmética Ra de las láminas delgadas de acero inoxidable que se observaron después de la etapa de laminación, siendo la rugosidad superficial aritmética Ra en una dirección ortogonal a la dirección en la que se habían laminado las láminas delgadas de acero inoxidable. La Tabla 4 también muestra las composiciones y los espesores de las películas de óxido de las láminas delgadas de acero inoxidable de blindaje de batería que se analizaron después de la etapa de recocido.

35 A continuación, las respectivas láminas delgadas de acero inoxidable de blindaje de batería del Ejemplo 1, el Ejemplo 6, el Ejemplo 7, y el Ejemplo Comparativo 5, que se habían producido como se ha indicado anteriormente, se revistieron de forma laminada por una cara con una película de polipropileno modificado con ácido. Después de eso, las láminas delgadas de acero inoxidable de blindaje de batería se evaluaron en términos de procesabilidad y adherencia de la forma que se ha descrito anteriormente. Sin embargo, se ha de observar que la presión lineal de separación de rodillos aplicada por el rodillo de laminación durante el revestimiento se ajustó a un valor bajo de 3,5 N/mm. La Tabla 4 muestra los resultados de las evaluaciones de procesabilidad y adherencia.

[Tabla 4]

N.º	Ra (µm)	Proporciones de elementos (% en moles) en la película de óxido			Espesor de la película de óxido (nm)	Procesabilidad	Adherencia	
		Fe	Cr	Si			Ensayo de choque térmico	Ensayo de inmersión en solución de electrolito
Ej. 6	0,02	67	22	4	2	MB	MB	MB
Ej. 1	0,05	67	22	4	3	MB	MB	MB
Ej. 7	0,09	67	22	4	4	MB	B	B
Ej. Com. 5	0,12	67	22	4	7	MB	M	M

Nota: En la tabla anterior, "Ej." y "Ej. Com." indican "Ejemplo" y "Ejemplo comparativo", respectivamente. Además, "MB," "B," y "M" indican "Muy bueno", "Bueno" y "Malo", respectivamente.

40

5 Como se muestra en la Tabla 4, un aumento en la rugosidad superficial aritmética Ra de una lámina delgada de
 acero inoxidable de blindaje de batería correlaciona con una disminución en la adherencia. Se descubrió que una Ra
 de menos de 0,1 μm da como resultado una adherencia "Muy buena" o "Buena". A partir de este hecho, se confirmó
 que, incluso en el caso en el que un rodillo de laminación aplica una presión lineal de separación de rodillo
 10 comparativamente baja cuando se reviste una película de óxido con resina de una forma laminada, una película
 delgada de acero inoxidable de blindaje de batería que tiene una rugosidad superficial aritmética Ra de menos de
 0,1 μm hace difícil que entre aire entre la resina y la película de óxido. Esto hace posible prevenir que la resina se
 pele debido al aire. También se confirmó que tal rugosidad superficial aritmética Ra hace posible prevenir la
 20 disminución en adherencia, específicamente la disminución causada por el fenómeno en el que (i) la solución de
 electrolito permea entre la resina y la película de óxido en el ensayo de inmersión en solución de electrolito y (ii)
 después de eso, se genera fluoruro de hidrógeno mediante una reacción entre la solución de electrolito y la
 humedad atmosférica.

15 En el caso del Ejemplo Comparativo 5, que tuvo una rugosidad superficial aritmética Ra de no menos de 0,1 μm ,
 ajustar la presión lineal de separación entre rodillos de un modo tal que fuera una presión elevada de 9,0 N/mm
 cuando se revistió la película de óxido con la resina de una forma laminada hizo difícil que entrara aire. Esto dio
 como resultado una evaluación de "Bueno" en el ensayo de choque térmico. Sin embargo, los resultados del ensayo
 de inmersión en solución de electrolito fueron "Malos". Esto es debido a que hubo una disminución en la adherencia
 20 causada por la permeación de solución de electrolito en la resina y en las depresiones finas de la superficie de la
 lámina delgada de acero inoxidable, permeación que condujo a que se generara fluoruro de hidrógeno mediante una
 reacción entre la solución de electrolito y la humedad atmosférica.

Una realización de la presente invención se puede aplicar a un recipiente para una batería secundaria tal como una
 batería de níquel y cadmio, una batería de níquel e hidrógeno, y una batería secundaria de ion de litio.

Signos de referencia

- 1 Lámina delgada de acero inoxidable de blindaje de batería
- 25 1a Película de óxido

REIVINDICACIONES

1. Una lámina delgada (1) de acero inoxidable de blindaje de batería que comprende:

- una película (1a) de óxido, que tiene un espesor de no menos de 2 μm y no más de 5 μm , que contiene

- 5 (i) Fe en una cantidad de no menos de un 40 por ciento en moles,
(ii) Cr en una cantidad menor que la de Fe, y
(iii) Si en una cantidad de no más de un 40 por ciento en moles,

- teniendo la lámina delgada (1) de acero inoxidable de blindaje de batería una rugosidad media aritmética Ra de menos de 0,1 μm pero no menos de 0,02 μm en una dirección ortogonal a la dirección en la que se ha laminado la lámina delgada (1) de acero inoxidable de blindaje de batería.

10 2. Un método de producción de una lámina delgada (1) de acero inoxidable de blindaje de batería enumerada en la reivindicación 1, comprendiendo el método las etapas de:

- 15 - obtener una lámina delgada (1) de acero inoxidable laminada que tiene una rugosidad media aritmética Ra de menos de 0,1 μm pero no menos de 0,02 μm en una dirección ortogonal a la dirección en la que se ha laminado la lámina delgada (1) de acero inoxidable laminada; y
- formar una película (1a) de óxido por recocido de la lámina delgada de acero inoxidable laminada a una temperatura en un intervalo de 900 °C a 1180 °C en una atmósfera reductora en la que (i) el punto de rocío está en el intervalo de -40 °C a -60 °C y (ii) la presión parcial de hidrógeno es no menos de un 75 %.

FIG. 1

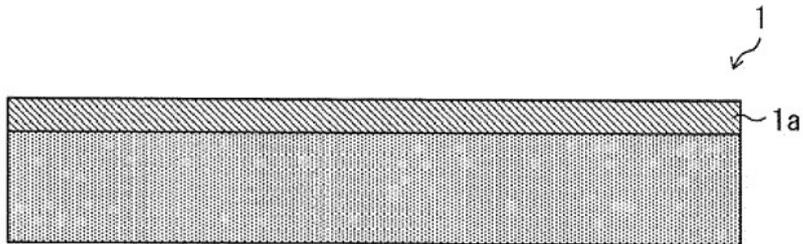


FIG. 2

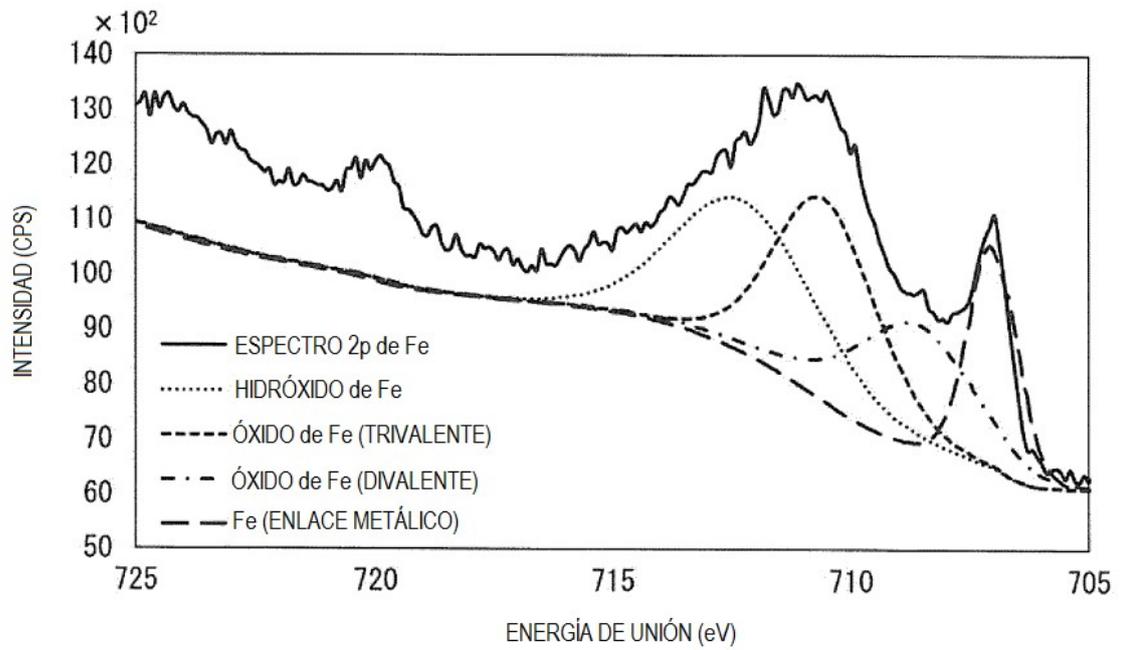


FIG. 3

