

DESCRIPCIÓN

Título de la Invención: HOJA DE ACERO PARA TAPA CORONA, MÉTODO DE FABRICARLA, Y TAPA CORONA

Campo Técnico

[0001]

La presente invención se refiere a una hoja de acero que se usa como un material para una tapa corona, la cual sirve como una tapa para una botella de vidrio, un método para fabricarla, y una tapa corona.

Arte Previo

[0002]

Las botellas de vidrio se han usado ampliamente durante mucho tiempo como envases para bebidas, tales como refrescos (*soft drinks*) y bebidas alcohólicas. Una tapa fabricada de metal, la cual se designa como una tapa corona, se usa generalmente para una botella de boca angosta. En general, las tapas corona se fabrican mediante conformado por presión usando una delgada hoja de acero como material. Una tapa corona incluye una porción en forma de disco que cubre la boca de una botella y una porción estriada dispuesta en su periferia, y engarzando a presión la porción estriada alrededor de la boca de la botella, la botella se sella herméticamente.

[0003]

Las características requeridas para una delgada hoja de acero que se utiliza como un material para tapas corona incluyen resistencia y conformabilidad. Las botellas provistas de una tapa corona se llenan a menudo con contenidos que producen una presión interna, tales como cerveza o una bebida gaseosa. Se requiere que el material tenga una resistencia tal que, incluso cuando se aumenta la presión interna debido a una variación en la temperatura o similares, el sello de la botella no se rompe por la deformación de la tapa corona. Más aún, incluso si la resistencia del material es suficiente, cuando el material tiene una conformabilidad insuficiente, puede darse el caso en el que la configuración de las estrías se resulta desigual, y no puede obtenerse un rendimiento de sellado suficiente incluso cuando la porción estriada se engarza a presión alrededor de la boca de la botella.

[0004]

Como la delgada hoja de acero que se emplea como un material para tapas corona, se usa principalmente una hoja de acero con una sola reducción (SR - *Single Reduced*). Una hoja de acero SR se produce reduciendo el espesor de una hoja de acero por laminado en frío, y luego recociendo la hoja de acero, seguido por templado por laminación. En las técnicas existentes, puesto que el espesor del material para tapas corona es 0,20 mm o más, es posible garantizar una resistencia y conformabilidad suficientes empleando una hoja SR fabricada de acero dulce, la cual se usa para latas de alimentos y bebidas.

[0005]

No obstante, en años recientes, ha habido una creciente exigencia de una reducción en el espesor del material para las tapas corona, como en hojas de acero para latas, con el propósito de disminuir los costos. Cuando el espesor del material para tapas corona es menor que 0,20 mm, la resistencia de la hoja de acero SR existente es insuficiente. Con el fin de garantizar la resistencia, es concebible usar una hoja de acero doblemente reducida (DR - *Double Reduced*) la cual se ha sometido a laminado en frío secundario después del recocido. Sin embargo, cuando se aumenta la reducción por laminado en frío secundario, se disminuye la conformabilidad, con el resultado de un sellamiento deficiente de las botellas.

[0006]

Bajo las circunstancias ya descritas, con el fin de obtener una hoja de acero que exhiba una resistencia una y conformabilidad excelentes, se han propuesto las siguientes técnicas.

[0007]

La Literatura de Patente 1 divulga una hoja de acero dulce ultra delgada para un envase, que es excelente en la resistencia y la conformabilidad de la lata, la cual contiene, en porcentaje en peso, N: 0,0040 a 0,0300% y Al: 0,005 a 0,080%, caracterizada por que el 0,2% del esfuerzo de prueba es 430 MPa o menos, el alargamiento total es 15 a 40%, y la fricción interna Q^{-1} es 0,0010 o más.

[0008]

La Literatura de Patente 2 divulga una hoja de acero con una elevada maleabilidad (*workability*) y una alta resistencia para una lata, que contiene, en porcentaje en masa, C: 0,001 a 0,080%, Si: 0,003 a 0,100%, Mn: 0,10 a 0,80%, P: 0,001 a 0,100%, S: 0,001 a 0,020%, Al: 0,005 a 0,100%, N: 0,0050 a 0,0150%, y B: 0,0002 a 0,0050%, caracterizada por incluir, en fracción de área, 0,01 a 1,00% de granos de cristal, cuyo índice de alargamiento es 5,0 o más en una sección transversal en la dirección de laminación.

Listado de Citaciones

Literatura de Patente

[0009]

PTL 1: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa Sin Examinar n.º 2001-49383

PTL 2: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa Sin Examinar n.º 2013-28842

Resumen de la Invención

Problema Técnico

[0010]

Sin embargo, las técnicas existentes presentan los problemas descritos a continuación.

[0011]

La hoja de acero descrita en la Literatura de Patente 1 es blanda y contiene una gran cantidad de N. Por consiguiente, con el fin de obtener la resistencia requerida, es necesario aumentar la reducción por laminado en frío secundario. Cuando se incrementa la reducción por laminado en frío secundario, se aumenta asimismo la anisotropía, y se deteriora la conformabilidad.

[0012]

La hoja de acero descrita en la Literatura de Patente 2 tiene un gran contenido de N al igual que la hoja de acero descrita en la Literatura de Patente 1. Por consiguiente, es difícil lograr tanto la resistencia como la maleabilidad requeridas para el material para tapas corona.

[0013]

La presente invención ha se ha llevado a cabo bajo las circunstancias descritas más arriba, y constituye un objeto de la presente invención resolver los problemas de las técnicas existentes y proporcionar una hoja de acero para una tapa corona que exhibe resistencia y conformabilidad suficientes incluso si se reduce su espesor para uso, un método de fabricarla, y una tapa corona.

Solución al Problema

[0014]

Los presentes inventores han realizado estudios intensivos con el fin de solucionar los problemas descritos más arriba. Como resultado, se ha descubierto que

optimizando la composición del acero, las condiciones de laminado en caliente, las condiciones de recocido, y las condiciones de laminado en frío secundario (condiciones DR), es posible obtener una hoja de acero para una tapa corona que exhibe una resistencia y una conformabilidad suficientes.

[0015]

La presente invención se ha realizado sobre la base del hallazgo ya descrito, y el espíritu de la invención es como sigue:

[1] Una hoja de acero para una tapa corona que comprende:

una composición que contiene, en porcentaje en masa, C: 0,010% a 0,025%, Si: 0,10% o menos, Mn: 0,05% a 0,50%, P: 0,050% o menos, S: 0,005% a 0,050%, Al: 0,020% a 0,070%, N: menos de 0,0040%, y el resto siendo Fe e impurezas inevitables,

con respecto al límite elástico después del tratamiento térmico a 210°C durante 15 minutos,

un límite elástico en una dirección de laminación siendo 550 MPa o más, y

un límite elástico en una dirección 45° de la dirección de laminación en un plano de laminado siendo igual a o menor que un promedio del límite elástico en la dirección de laminación y un límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación en el plano de laminado.

[2] Un método para fabricar la hoja de acero para una tapa corona de acuerdo con el numeral [1], método que incluye:

un paso de laminado en caliente para laminar en caliente un desbaste cuadrado (*slab*) y bobinar la hoja de acero laminada en caliente a una temperatura de bobinado de 530°C a 590°C;

un paso de laminado en frío primario para laminar en frío la hoja de acero laminada en caliente después del paso de laminado en caliente;

un paso de recocido para recocer la hoja de acero laminada en frío a una temperatura de recocido de 650°C a 720°C después del paso de laminado en frío primario; y

un paso de laminado en frío secundario para llevar a cabo un laminado en frío secundario con una reducción por laminación de 25% a 40% después del paso de recocido.

[3] Una tapa corona formada de la hoja de acero para una tapa corona de acuerdo con el numeral [1].

[4] Un método para fabricar una hoja de acero para una tapa corona, método que comprende:

un paso de laminado en caliente para laminar en caliente un desbaste cuadrado que tiene una composición que contiene, en porcentaje en masa, C: 0,010% a 0,025%, Si: 0,10% o menos, Mn: 0,05% a 0,50%, P: 0,050% o menos, S: 0,005% a 0,050%, Al: 0,020% a 0,070%, N: menos de 0,0040%, y el resto siendo Fe e impurezas inevitables, y bobinar la hoja de acero laminada en caliente a una temperatura de

bobinado de 530°C a 590°C;

un paso de laminado en frío primario para laminar en frío la hoja de acero laminada en caliente después del paso de laminado en caliente;

un paso de recocido para recocer la hoja de acero laminada en frío a una temperatura de recocido de 650°C a 720°C después del paso de laminado en frío primario; y

un paso de laminado en frío secundario para llevar a cabo un laminado en frío secundario con una reducción por laminación de 25% a 40% después del paso de recocido,

la hoja de acero fabricada teniendo, con respecto al límite elástico después del tratamiento térmico a 210°C durante 15 minutos, un límite elástico en una dirección de laminación es 550 MPa o más, y un límite elástico en una dirección 45° de la dirección de laminación en un plano de laminado es igual a o menor que el promedio del límite elástico en la dirección de laminación y un límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación en el plano de laminado.

Efectos Ventajosos de la Invención

[0016]

De acuerdo con la presente invención, es posible obtener una hoja de acero para una tapa corona que tiene una resistencia y una conformabilidad suficientes, incluso cuando su espesor se reduce para uso. Es posible conseguir tanto una resistencia como una conformabilidad de la tapa

corona de una hoja de acero, y puede realizarse una reducción en el espesor de una tapa corona.

Descripción de las Modalidades

[0017]

La presente invención se describirá en detalle a continuación. A menos que se especifique lo contrario, "%" significa porcentaje en masa.

[0018]

Una hoja de acero de la presente invención tiene una composición específica, y con respecto al límite elástico después del tratamiento térmico a 210°C durante 15 minutos, el límite elástico en una dirección de laminación es 550 MPa o más, y el límite elástico en una dirección 45° de la dirección de laminación en un plano de laminado es igual a o menor que el promedio del límite elástico en la dirección de laminación y el límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación en el plano de laminado. Como resultado, es posible obtener una tapa corona que tiene una resistencia y una conformabilidad suficientes y cuyo espesor puede reducirse para uso.

[0019]

Composición

La composición de la presente invención se describirá a continuación.

[0020]

C: 0,010% a 0,025%

C es un elemento que contribuye a lograr tanto resistencia como maleabilidad (*workability*) cuando su contenido se fija en un intervalo óptimo. Cuando el contenido de C es menor que 0,010%, el grado de endurecimiento (*strengthening*) debido al C soluto es bajo y, en consecuencia, la resistencia se vuelve insuficiente. Por otro lado, cuando el contenido de C excede de 0,025%, la configuración de las estrías de una tapa corona formada resulta desigual, teniendo como consecuencia defectos de forma. Por lo tanto, el contenido de C se fija para ser 0,010% a 0,025%.

[0021]

Si: 0,10% o menos

Cuando el contenido de Si es excesivamente grande, se afecta negativamente la conformabilidad. En consecuencia, no es deseable un contenido de Si que exceda el 0,10%. Por lo tanto, el contenido de Si se fija para ser 0,10% o menos. Desde el punto de vista del mejoramiento en la resistencia de la hoja de acero, el contenido de Si es preferiblemente 0,02% a 0,10%.

[0022]

Mn: 0,05% a 0,50%

Cuando el contenido de Mn cae por debajo de 0,05%,

incluso en el caso en el que se disminuya el contenido de S, se hace difícil evitar la fragilidad en caliente, lo cual tiene como resultado problemas tales como fisuras superficiales durante la fundición continua. Por otro lado, el contenido de Mn que excede el 0,50% afecta negativamente la conformabilidad, análogamente al contenido de Si. Por lo tanto, el contenido de Mn se fija para ser 0,05% a 0,50%.

[0023]

P: 0,050% o menos

Cuando el contenido de P excede el 0,050%, el acero se endurece, y se disminuye la resistencia a la corrosión. En consecuencia, el contenido de P se fija para ser 0,050% o menos.

[0024]

S: 0,005% a 0,050%

S se une a Mn para formar MnS en el acero y precipita una gran cantidad de MnS, reduciendo en esa forma la ductilidad en caliente del acero. Cuando el contenido de S excede el 0,050%, este efecto se hace notorio. Por otro lado, con el fin de fijar el contenido de S para que sea menor que 0,005%, el costo de la desulfurización se vuelve excesivamente alto. Por lo tanto, el contenido de S se fija para ser 0,005% a 0,050%.

[0025]

Al: 0,020% a 0,070%

Al es un elemento que se agrega como un desoxidante. Además, Al forma AlN con N en el acero para disminuir el N soluto en el acero. Cuando el contenido de Al es menor que 0,020%, el efecto como un desoxidante es insuficiente, con el resultado de defectos de solidificación. Por otro lado, en el caso en el que la magnitud del laminado en frío secundario es considerable, un alto contenido de Al producirá una disminución en la conformabilidad. Cuando el contenido de Al excede el 0,070%, la configuración de las estrías resulta desigual durante la formación de una tapa corona, lo cual tiene como consecuencia defectos de forma. Por consiguiente, el contenido de Al se fija para ser 0,020% a 0,070%.

[0026]

N: menos de 0,0040%

Cuando el contenido de N es 0,0040% o más, la hoja de acero se endurece, y se disminuye la conformabilidad. Por lo tanto, el contenido de N se fija para ser menor que 0,0040%, y preferiblemente 0,0035% o menos.

[0027]

El resto distinto de los componentes esenciales descritos más arriba incluye hierro e impurezas inevitables.

[0028]

Propiedades Mecánicas

A continuación se describirán las propiedades mecánicas de una hoja de acero para una tapa corona de acuerdo con la presente invención.

[0029]

Se requiere que una hoja de acero para una tapa corona tenga una resistencia tal que la tapa corona no se desprenda bajo la influencia de una presión interna de la botella. Por esta razón, en las técnicas existentes, el espesor de una hoja de acero para una tapa corona es 0,20 mm o más. Sin embargo, ha habido una exigencia cada vez mayor de una reducción en el espesor. Cuando el espesor se reduce a menos de 0,20 mm, se requiere una resistencia mayor que la de los materiales existentes. En el caso en el que el límite elástico en una dirección de laminación de una hoja de acero es menor que 550 MPa, no es posible impartir una resistencia suficiente a una tapa corona cuyo espesor se ha reducido, y la resistencia a la presión se torna insuficiente. En consecuencia, el límite elástico en la dirección de laminación se fija para ser 550 MPa o más.

[0030]

Por lo demás, en general, en una hoja de acero DR, el límite elástico difiere dependiendo de la dirección en el plano de laminado. Cuando el límite elástico en una dirección 45° de la dirección de laminación es mayor que el promedio del límite elástico en la dirección de laminación y el límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación, se disminuye la conformabilidad. Por consiguiente, en la presente invención, el límite elástico

en una dirección 45° de la dirección de laminación en un plano de laminado se fija para ser igual a o menor que el promedio del límite elástico en la dirección de laminación y el límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación en el plano de laminado. Es decir, la diferencia obtenida restando el límite elástico en una dirección 45° de la dirección de laminación en el plano de laminado del promedio del límite elástico en la dirección de laminación y el límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación en el plano de laminado se fija para ser 0 MPa o más, y preferiblemente 10 a 25 MPa.

[0031]

Es posible fabricar una hoja de acero que tenga el límite elástico descrito más arriba por un método de fabricación que se describirá más adelante.

Más aún, se forma una tapa corona, a menudo después de que una hoja de acero se ha sometido a acabado por horneado y, por lo tanto, es necesario evaluar la calidad del material luego del tratamiento correspondiente al acabado por horneado. En consecuencia, en la presente invención, el límite elástico se mide después del tratamiento térmico correspondiente al acabado por horneado a 210°C durante 15 minutos, y puede aplicársele el método de ensayos de resistencia a la tensión (*the tensile testing*) para materiales metálicos de acuerdo con "JIS Z 2241".

[0032]

Método para fabricar una hoja de acero para tapas corona

Un ejemplo de un método para fabricar una hoja de acero para una tapa corona de acuerdo con la presente invención se describirá a continuación.

[0033]

Un método para fabricar una hoja de acero para una tapa corona de acuerdo con la presente invención comprende un paso de laminado en caliente en el cual un desbaste cuadrado de acero, que tiene la composición descrita más arriba, se somete a laminado en caliente, seguido por bobinado a una temperatura de bobinado de 530°C a 590°C; un paso de laminado en frío primario en el cual se lleva a cabo un laminado en frío después del paso de laminado en caliente; un paso de recocido en el cual se efectúa un recocido a una temperatura de recocido de 650°C a 720°C después del paso de laminado en frío primario; y un paso de laminado en frío secundario en el cual se realiza un laminado en frío secundario con una reducción por laminación de 25% a 40% después del paso de recocido. Estos pasos se describirán a continuación.

[0034]

Paso de laminado en caliente

Mediante un método conocido se ajusta un acero fundido con el fin de que tenga la composición química descrita más arriba usando un convertidor o similar, y se moldea en un desbaste cuadrado mediante un método de fundición continua. A continuación, el desbaste cuadrado de acero se somete a laminado en bruto. Aunque el método de laminado en bruto no está particularmente limitado, la temperatura de calentamiento (*heating temperature*) del desbaste cuadrado

es preferiblemente 1.200°C o mayor. A renglón seguido, se lleva a cabo el laminado de acabado. La temperatura de laminado de acabado es preferiblemente 850°C o mayor desde el punto de vista de la estabilidad de la carga de laminado. El término "temperatura de laminado de acabado" se refiere a la temperatura de la hoja cuando esta ingresa a la última caja de un tren de laminación de acabado. Por otro lado, cuando la temperatura de laminación de acabado se aumenta más de lo necesario, en algunos casos puede dificultarse la fabricación de una delgada hoja de acero. Es decir, cuando el espesor de la hoja es pequeño, puesto que la disminución en la temperatura de la hoja durante la laminación es elevada, es difícil realizar la laminación de acabado manteniendo al mismo tiempo la alta temperatura de la hoja, volviéndose así incontrolable. Por consiguiente, la temperatura de acabado es preferiblemente 850°C a 900°C .

Cuando la temperatura de bobinado en el paso de laminado en caliente es menor que 530°C , con el fin de llevar a cabo una operación sin desmejorar la eficiencia, es necesario disminuir consecuentemente la temperatura de laminación de acabado, lo cual es inapropiado. Por otro lado, cuando la temperatura de bobinado excede los 590°C , la cantidad de AlN que se precipita después del bobinado se hace excesivamente grande, acarreando una disminución en el tamaño de grano después del recocido, lo cual resulta en una disminución de la conformabilidad. En consecuencia, la temperatura de bobinado se fija para ser 530°C a 590°C , y preferiblemente 540°C a 580°C .

[0035]

Paso de laminado en frío primario

Es preferible retirar la cascarilla superficial antes del paso de laminado en frío primario. El método para retirar la cascarilla superficial no está limitado particularmente, y pueden usarse varios métodos comunes, tales como el decapado y la eliminación física. La cascarilla superficial puede eliminarse convenientemente mediante decapado. Las condiciones de decapado no están limitadas particularmente, y el decapado puede llevarse a cabo en la manera habitual.

[0036]

La reducción por laminación en el laminado en frío primario es preferiblemente 85% o más, con el fin de fabricar un material ultra delgado. No obstante, cuando la reducción por laminación se incrementa excesivamente, la carga en la máquina de laminación se vuelve excesivamente alta y, en algunos casos, puede resultar difícil realizar el laminado. En consecuencia, la reducción por laminación se fija preferiblemente para ser 94% o menos.

[0037]

Paso de recocido

Cuando la temperatura de recocido es mayor que 720°C, es probable que ocurran problemas durante la pasada de la hoja, tal como pandeo por calor durante el recocido continuo, lo cual no es deseable. Cuando la temperatura de recocido es menor que 650°C, la recristalización se vuelve imperfecta, con la consecuencia de una calidad desigual del material. Por lo tanto, la temperatura de recocido se fija

para ser 650°C a 720°C. Además, el período de recalentamiento (*the soaking period*) en el paso de recocido no está limitado particularmente, pero es preferiblemente 10 segundos o más, con el fin de obtener con certeza una estructura de recristalización, y es preferiblemente 50 segundos o menos, con el fin de impedir el crecimiento excesivo del grano.

[0038]

Paso de laminado en frío secundario (laminado DR)

La resistencia de la hoja de acero recocida se incrementa por el laminado en frío secundario. Cuando la reducción por laminación en el laminado en frío secundario es menor que 25%, no es posible obtener una resistencia suficiente para garantizar la resistencia a la presión de una tapa corona. Por lo demás, cuando la reducción por laminación en el laminado en frío secundario excede el 40%, la diferencia del límite elástico en una dirección 45° de la dirección de laminación en el plano de laminado del promedio del límite elástico en la dirección de laminación y el límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación en el plano de laminado se aumenta positivamente, lo cual tiene como consecuencia una disminución de la conformabilidad. Por consiguiente, la reducción por laminación en el laminado en frío secundario se fija para ser 25% a 40%.

[0039]

Una hoja de acero de alta resistencia de acuerdo con la presente invención se obtiene por el método descrito más

arriba. Incluso cuando la hoja de acero resultante se somete a tratamiento superficial, tal como enchapado (*plating*) o tratamiento de conversión química, no se menoscaban los efectos ventajosos de la presente invención.

EJEMPLOS

[0040]

Aceros que tenían las composiciones mostradas en la Tabla 1 y el resto conformado por Fe e impurezas inevitables se refinaron por un convertidor, y se obtuvieron desbastes cuadrados de acero por fundición continua. Los desbastes cuadrados de acero resultantes se calentaron cada uno a 1.250°C, luego se laminaron en caliente a una temperatura de inicio de laminado de 1.150°C y a una temperatura de laminación de acabado de 860°C, y se bobinaron a la temperatura de bobinado mostrada en la Tabla 2. A continuación, una vez retirada la cascarilla mediante decapado, se llevó a cabo el laminado en frío primario con la reducción por laminación en frío primaria mostrada en la Tabla 2, se efectuó el recocido en un horno de recocido continuo a la temperatura de recocido mostrada en la Tabla 2, y se realizó el laminado en frío secundario (laminado DR) con la reducción por laminado en frío secundario mostrada en la Tabla 2 para obtener hojas de acero (niveles 1 a 9) con un espesor de 0,15 a 0,18 mm. Las hojas de acero resultantes de cromaron (*were Cr-plated*) en ambas superficies con un peso de enchapado de 100 mg/m² por superficie y, en esa forma, se obtuvieron hojas de acero libres de estaño.

[0041]

Se adelantó una evaluación de características en las hojas de acero así obtenidas por lo métodos descritos a continuación.

[0042]

Límite elástico

Luego de conducir el tratamiento térmico correspondiente al acabado por horneado a 210°C durante 15 minutos, se realizó un ensayo de resistencia a la tensión. El ensayo de resistencia a la tensión se llevó a cabo usando una probeta de ensayo de resistencia a la tensión JIS n.º 5, de acuerdo con "JIS Z 2241" para medir el límite elástico en la dirección de laminación, el límite elástico en una dirección 45° de la dirección de laminación en el plano de laminado, y el límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación en el plano de laminado.

[0043]

Conformabilidad de la tapa corona

Usando cada una de las hojas de acero resultantes, se formó una tapa corona, y se evaluó la conformabilidad de la tapa corona. Se utilizó una pieza en blanco circular con un diámetro de 37 mm y se moldeó por conformado por presión (*press working*) en un tamaño (diámetro exterior: 32,1 mm, altura: 6,5 mm, número de estrías: 21) de una tapa corona tipo 3 de acuerdo con "JIS S 9017" (norma derogada). La evaluación se efectuó visualmente. El caso en el que las estrías tenían todas un tamaño uniforme se evaluó como muy

bueno (⊙), el caso en el que las estrías tenían un tamaño sustancialmente uniforme se evaluó como bueno (○), y el caso en el que las estrías tenían un tamaño no uniforme se evaluó como deficiente (✕). Nótese que, en la determinación visual, el caso en el que el valor máximo del ancho de la estría (extensión) era 1,5 veces o más el valor mínimo se consideró como no uniforme.

[0044]

Ensayo de presión usando la tapa corona formada

Se formaron tapas corona por el mismo método al descrito más arriba. Se creó un sello de hermeticidad (*liner*) de cloruro de vinilo en el lado interno de cada una de las tapas corona. Una botella de cerveza comercial se tapó con la tapa corona y se determinó la presión interna a la cual se desprendió la tapa corona usando un Probador de Sello Seguro (*Secure Seal Tester*), fabricado por Glassline Corporation.

El caso en el que la resistencia a la presión fue igual o mayor que la de la tapa corona existente se evaluó como bueno (○), y el caso en el que la resistencia a la presión no alcanzó la de la tapa corona existente se evaluó como deficiente (✕).

[0045]

Los resultados así obtenidos se muestran en la Tabla 3.

[0046]

[Tabla 1]

(% en masa)

	C	Si	Mn	P	S	Al	N
Nivel 1	0,019	0,01	0,22	0,015	0,010	0,057	0,0034
Nivel 2	0,025	0,01	0,30	0,019	0,013	0,035	0,0029
Nivel 3	0,011	0,02	0,25	0,016	0,020	0,031	0,0030
Nivel 4	0,020	0,01	0,48	0,021	0,015	0,046	0,0031
Nivel 5	0,022	0,03	0,41	0,018	0,019	0,069	0,0027
Nivel 6	0,019	0,01	0,28	0,020	0,020	0,061	0,0038
Nivel 7	0,009	0,02	0,24	0,012	0,010	0,040	0,0030
Nivel 8	0,015	0,01	0,35	0,013	0,015	0,046	0,0032
Nivel 9	0,021	0,03	0,40	0,021	0,011	0,031	0,0033

[0047]

[Tabla 2]

	Temperatura de bobinado de laminado en caliente (°C)	Espesor de la hoja laminada en caliente (mm)	Reducción por laminado en frío primario (%)	Temperatura de recocido (°C)	Reducción por laminado en frío secundario (%)	Espesor de la hoja acabada (mm)	Observación
Nivel 1	570	2,5	90	680	30	0,18	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 2	540	2,5	88	660	40	0,18	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 3	580	2,8	90	700	35	0,18	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 4	530	2,5	92	650	25	0,15	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 5	590	2,5	90	690	30	0,18	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 6	550	2,8	90	720	35	0,18	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 7	560	2,5	88	650	40	0,18	Ejemplo Comparativo
Nivel 8	570	2,8	90	640	35	0,18	Ejemplo Comparativo
Nivel 9	560	2,5	92	670	20	0,16	Ejemplo Comparativo

[0048]

[Tabla 3]

	Resistencia a la tensión en la dirección de laminación (MPa)	Promedio del límite elástico en la dirección de laminación y el límite elástico en la dirección 90° de la dirección de laminación (MPa) ①	Límite elástico en la dirección 45° de la dirección de laminación (MPa) ②	①-② (MPa)	Conformabilidad de la tapa	Resistencia a la presión	Observaciones
Nivel 1	610	632	619	13	⊙	○	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 2	628	650	640	10	○	○	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 3	621	645	630	15	⊙	○	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 4	579	602	592	10	○	○	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 5	604	622	616	6	○	○	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 6	617	643	631	12	○	○	Ejemplo de la Presente Invención
Nivel 7	545	563	556	7	○	X	Ejemplo Comparativo
Nivel 8	625	644	652	-8	X	X	Ejemplo Comparativo
Nivel 9	543	557	555	2	X	X	Ejemplo Comparativo

[0049]

Tal como se muestra en la Tabla 3, en las hojas de acero de los Niveles 1 a 6, los cuales son ejemplos de la presente invención, el límite elástico en la dirección de laminación es 550 MPa, el límite elástico en una dirección 45° de la dirección de laminación en el plano de laminado es igual a menor que el promedio del límite elástico en la dirección de laminación y el límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación en el plano de laminado, y tanto la conformabilidad de la tapa corona como la resistencia a la presión son satisfactorias.

[0050]

Por otro lado, en la hoja de acero del Nivel 7, el cual es un ejemplo comparativo, puesto que el contenido de C es excesivamente bajo, el límite elástico en la dirección de laminación es menor que 550 MPa, y la resistencia a la presión es insuficiente.

En la hoja de acero del Nivel 8 el cual es un ejemplo comparativo, puesto que la temperatura de recocido es excesivamente baja, el límite elástico en una dirección 45° de la dirección de laminación excede el promedio del límite elástico en la dirección de laminación y el límite elástico en una dirección 90° de la dirección de laminación en el plano de laminado, y la conformabilidad de la tapa corona es deficiente. Puesto que la forma de la tapa corona es deficiente, el rendimiento de sellado es insuficiente, y la resistencia a la presión es baja. En la hoja de acero del Nivel 9, el cual es un ejemplo comparativo, puesto que la reducción por laminado en frío secundario es excesivamente baja, el límite elástico en la dirección de laminación es

menor que 550 MPa, la conformabilidad de la tapa corona es deficiente, y la resistencia a la presión es insuficiente.