

DESCRIPCIÓN

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

Campo Técnico

[0001]

La presente invención se refiere a una hoja de acero, que es excelente en uniformidad de configuración y resistencia a la presión para contrarrestar la presión interna, para tapas corona utilizadas en botellas de cerveza; un método para fabricarla; y una tapa corona preparada usando la hoja de acero para tapas corona.

Estado Actual de la Tecnología

[0002]

Los tapones metálicos (*metal stoppers*) llamados tapas corona se usan ampliamente para envases de bebidas tales como bebidas refrescantes y alcohólicas. En general, las tapas corona se fabrican de una delgada hoja de acero por conformado en prensa (*by press forming*) e incluyen una parte en forma de disco, para cubrir la boca de una botella, y una parte corrugada situada a alrededor del citado disco. La botella se sella herméticamente grafando la porción corrugada a la boca de la botella.

[0003]

En las botellas llenadas con cerveza o bebidas carbonatadas se genera una presión interna por el contenido

envasado en ellas. Las tapas corona necesitan tener una alta resistencia a la presión de manera que el sello de las botellas no se rompa por la deformación de las tapas corona y el contenido no se escape cuando la presión interna aumenta, debido a un cambio en la temperatura o similar. Cuando el acero como material tiene una resistencia suficiente, pero es, no obstante, deficiente en conformabilidad, las formas de los corrugados son desiguales; por lo tanto, incluso si una tapa corona se grafa (*is crimped*) a la boca de una botella, en algunas ocasiones no se obtiene una hermeticidad suficiente. En consecuencia, el acero necesita tener una excelente conformabilidad.

[0004]

Una hoja de acero usada para fabricar tapas corona es principalmente una hoja de acero reducida una sola vez (*SR - single-reduced*). Esta se obtiene disminuyendo el espesor de una plancha de acero por laminación en frío, seguida por recocido y templado por laminación (*temper rolling*). El espesor de una hoja de acero para tapas corona convencionales es generalmente 0,22 mm o más, y pueden asegurarse una resistencia a la presión y una conformabilidad suficientes mediante el uso de un material SR fabricado de acero dulce, usado para latas para alimentos y bebidas.

[0005]

En los últimos años, cada vez más se exige una reducción

del calibre de las hojas de acero para tapas corona, así como de las hojas de acero para latas, por cuestiones de disminución de costos. Cuando el espesor de una hoja de acero para tapas corona es 0,20 mm o menos, una tapa corona fabricada de un material SR convencional carece de resistencia a la presión. Con el fin de asegurar la resistencia a la presión, es concebible usar una hoja de acero doblemente reducida (DR - *double-reduced*), que se obtiene realizando laminación en frío secundaria después del recocido y la cual puede sacar partido del endurecimiento por trabajo mecánico (*work hardening*) para compensar una baja en la resistencia debido a la reducción del calibre. No obstante, un aumento en la razón de reducción de laminación durante la laminación en frío secundaria endurece una hoja de acero para disminuir su conformabilidad. En un proceso de conformar una tapa corona, una porción central se estira hasta un cierto grado en la fase inicial de la conformación y una porción de borde exterior se moldea luego en una configuración corrugada (*a pleated shape*). En el caso de una hoja de acero con baja conformabilidad, en algunas ocasiones ocurre un fallo de forma en el cual las configuraciones de los corrugados son desiguales. Una tapa corona con una forma corrugada desigual presenta el problema de que no se alcanza la resistencia a la presión al tapar una botella, el contenido se escapa, y la tapa corona no cumple su función como un tapón. Cuando la resistencia de una hoja

de acero es baja, existe la posibilidad de que una tapa corona se desprenda debido a una insuficiente resistencia a la presión, incluso si su configuración corrugada es uniforme. Por lo demás, el método para evaluar la resistencia a la presión debida a la disminución del calibre de las hojas de acero para las tapas corona se ha vuelto más riguroso. La evaluación de la resistencia a la presión convencional se ha llevado a cabo por un método en el cual una tapa corona se grafa en una botella, se inyecta aire desde una porción superior de la tapa corona, se aumenta la presión interna de la botella a una velocidad constante, y se mide la presión con la cual se desprende la tapa corona. En los últimos años, se ha utilizado el siguiente método: un método en el cual, una vez se ha incrementado la presión interna, se mantiene una presión predeterminada durante un cierto tiempo y, a continuación, se aumenta aún más la presión interna.

[0006]

Hasta ahora, se han propuesto las siguientes técnicas con el propósito de obtener una hoja de acero excelente tanto en la resistencia como en la conformabilidad bajo reducción del calibre.

[0007]

La Literatura de Patente 1 divulga una hoja de acero dulce ultradelgada con un espesor de 0,4 mm o menos, excelente en la resistencia de la lata y en la conformabilidad de la lata,

para envases. La hoja de acero dulce ultradelgada contiene N: 0,0040% a 0,0300% y Al: 0,005% a 0,080% sobre una base en masa, tiene un 0,2% de esfuerzo corrido de cedencia (*offset yield strength*) de 430 MPa o menos, y un alargamiento total de 15% a 40%, como se determinó por un ensayo de tracción (*a tensile test*) usando una probeta JIS n.º 5, y tiene además un Q^{-1} de 0,0010 o más, debido a la fricción interna.

[0008]

La Literatura de Patente 2 divulga una hoja de acero para latas con alta resistencia y alta conformabilidad. La hoja de acero contiene 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% sobre una base en masa y contiene además 0,01% a 1,00% de granos de cristal que tienen un índice de alargamiento de 5,0 o más en una sección transversal a lo largo de la dirección de laminación, en términos de una fracción de área.

[0009]

La Literatura de Patente 3 divulga una hoja de acero para latas con alta resistencia y alta conformabilidad. La hoja de acero contiene C: 0,001% a 0,040%, 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: más de 0,015% a 0,020%, y B: 0,0002% a 0,0050% sobre una base en masa, el contenido de N, que está presente en la forma de AlN, siendo 0,0060% o menos; contiene

asimismo granos de cristal con un tamaño de grano promedio de 5,00 μm o más, y un índice de alargamiento de 2,50 o menos en una sección transversal a lo largo de la dirección de laminación; y tiene una resistencia a la tracción de 550 MPa o más y un alargamiento con rotura (*a breaking elongation*) de 7% o más.

Listado de Citaciones

Literatura de Patente

[0010]

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

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

PTL 3: Publicación de la Solicitud de Patente Japonesa sin Examinar n.º 2012-72439

Resumen de la Invención

Problema Técnico

[0011]

Sin embargo, existe un problema en que en el caso de aplicar las técnicas convencionales a la reducción del calibre de una hoja de acero para tapas corona, no puede asegurarse el desempeño de una tapa corona por ninguna de ellas. La hoja de acero descrita en la Literatura de Patente 1 es blanda (*mild*) y contiene una gran cantidad de N; por lo tanto, aumentar la razón de reducción de laminación en frío

secundaria con el propósito de obtener una resistencia necesaria aumenta la anisotropía en detrimento de la conformabilidad. Por lo demás, en la Literatura de Patente 1, aunque se evalúa una lata de dos piezas con respecto a la conformabilidad de rebordeado (*flange formability*) y la resistencia de la lata luego de la fabricación de la lata, no se describe en absoluto la resistencia a la presión de una tapa corona una vez se ha conformado la tapa corona y se ha tapado una botella con la tapa corona. Además, en el caso con la hoja de acero descrita en la Literatura de Patente 2, aunque la resistencia de la hoja de acero se incrementa debido a N, es difícil conseguir tanto la resistencia a la presión como la conformabilidad requeridas para las tapas corona. En la hoja de acero descrita en la Literatura de Patente 3, aunque tanto el aumento en la resistencia de la hoja de acero como su conformabilidad se logran controlando la cantidad de N soluto, el tamaño promedio de los granos de cristal, y el índice de alargamiento de los granos de cristal, la hoja de acero no es apropiada para el conformado de tapas corona en el cual predomina el estirado, porque se lleva a cabo un conformado del cuerpo de la lata, que en el método de conformado es diferente de la conformación de las tapas corona y en el cual predomina el doblado.

[0012]

La presente invención se ha realizado en vista de los

problemas anteriores. Constituye un objeto de la presente invención proporcionar una hoja de acero, que tiene suficiente resistencia a la presión y conformabilidad sin importar la reducción del calibre, para tapas corona; un método para fabricarla; y una tapa corona.

Solución al Problema

[0013]

[1] Una hoja de acero para tapas corona tiene una composición que contiene C: 0,02% a 0,08%, Si: 0,02% o menos, Mn: 0,10% a 0,60%, P: 0,020% o menos, S: 0,020% o menos, Al: 0,01% a 0,06%, y N: 0,0100% a 0,0180% sobre una base en masa, siendo el resto Fe e impurezas inevitables, en donde N total- (N como AlN) es 0,0090% a 0,0170%, el tamaño de grano máximo de un carburo es o 2,0 μm o menos en una sección transversal en una dirección de laminación, y el límite elástico es 420 MPa a 600 MPa en la dirección de laminación, donde el N total es la cantidad total de N y el N como AlN es la cantidad de N presente en la forma de AlN.

[2] Un método para fabricar una hoja de acero para tapas corona comprende un paso de laminación en caliente de realizar un bobinado a una temperatura de 670 °C o menos luego de una laminación de acabado en la laminación en caliente de un material de acero que tiene la composición especificada en el ítem [1]; un paso de laminación en frío primaria de realizar laminación en frío luego del paso de laminación en caliente;

un paso de recocido continuo de realizar calentamiento a una velocidad de calentamiento promedio de 10 °C/s a 30 °C/s en un intervalo de temperatura A desde 500 °C a 600 °C en una pasada de calentamiento luego del paso de laminación en frío primaria, recocer a una temperatura de recocido B en un intervalo de temperatura de 620 °C a 740 °C, enfriar desde la temperatura de recocido B a una temperatura de interrupción del enfriamiento C en un intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C a una velocidad de enfriamiento promedio de 20 °C/s o más, y retener en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C durante un tiempo de retención de 30 segundos a 90 segundos luego de interrumpir el enfriamiento a la velocidad de enfriamiento promedio anterior; y un paso de laminación en frío secundaria de realizar laminación en frío a una razón de reducción de laminación de 1,0% a 12% luego del paso de recocido continuo.

[3] Una tapa corona conformada usando la hoja de acero para tapas corona especificada en el Ítem [1].

[4] En la tapa corona especificada en el Ítem [3], la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de la tapa corona es 180 Hv a 220 Hv.

Efectos Ventajosos de la Invención

[0014]

De acuerdo con la presente invención, puede proporcionarse una hoja de acero, que tiene resistencia a la

presión y conformabilidad suficientes, sin importar la reducción del calibre, para tapas corona; un método para fabricarla; y una tapa corona.

Breve Descripción de los Dibujos

[0015]

[Fig. 1] Fig. 1 es una ilustración que muestra un método para medir la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona.

[Fig. 2] Fig. 2 es una ilustración que muestra las formas de los corrugados (*pleats*) de una tapa corona.

Descripción de las Modalidades

[0016]

Una hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención tiene una composición que contiene C: 0,02% a 0,08%, Si: 0,02% o menos, Mn: 0,10% a 0,60%, P: 0,020% o menos, S: 0,020% o menos, Al: 0,01% a 0,06%, y N: 0,0100% a 0,0180% sobre una base en masa, siendo el resto Fe e impurezas inevitables, en donde N total-(N como AlN) es 0,0090% a 0,0170%, el tamaño de grano máximo de un carburo es 2,0 μm o menos en una sección transversal en una dirección de laminación, y el límite elástico es 420 MPa a 600 MPa en la dirección de laminación. La hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención se describe a continuación.

[0017]

En primer lugar, se describe la composición de la hoja

de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención. La unidad "%" del contenido es toda "porcentaje en masa".

[0018] (Contenido de C: 0,02% a 0,08%)

Cuando el contenido de C es menor que 0,02%, la resistencia de la hoja de acero es baja, la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona luego de conformar la tapa corona es baja, y su resistencia a la presión es baja. Sin embargo, cuando el contenido de C es mayor que 0,08%, la resistencia de la hoja de acero es significativamente alta y, por consiguiente, las formas de los corrugados de la tapa corona conformada son desiguales, acarreando fallos de forma. Por lo demás, el tamaño de grano máximo del carburo en la sección transversal en la dirección de laminación es grande y, en consecuencia, las formas de los corrugados de la tapa corona conformada son desiguales, acarreando fallos de forma, que causan una disminución en la resistencia a la presión. Por consiguiente, el contenido de C se fija en 0,02 % a 0,08%. El contenido de C es preferiblemente 0,03% o más. El contenido de C es preferiblemente 0,06% o menos.

[0019] (Contenido de Si: 0,02% o menos)

El contenido de una gran cantidad de Si echa a perder la conformabilidad de la tapa corona por la misma razón que C. Más aún, se ocasionan el deterioro en la capacidad de tratamiento superficial (*surface treatability*) de la hoja de

acero y la reducción en su resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el contenido de Si se fija en 0,02% o menos. El límite inferior del contenido de Si no está particularmente limitado. Reducir en demasía el Si ocasiona un aumento en el costo de la fabricación de acero. En consecuencia, el contenido de Si se fija preferiblemente en 0,004% o más.

[0020] (Contenido de Mn: 0,10% a 0,60%)

Cuando el contenido de Mn es menor que 0,10%, es difícil evitar la fragilización en caliente (*hot shortness*) incluso en el caso de reducir el contenido de S y ocurre un problema tal como la formación de grietas superficiales durante la colada continua. Por lo tanto, el contenido de Mn se fija en 0,10% o más. No obstante, el contenido de una gran cantidad de Mn incide negativamente en la conformabilidad de la tapa corona por la misma razón que C y Si. En consecuencia, el contenido de Mn se fija en 0,60% o menos. En el caso en que se requiera una resistencia a la presión más excelente, el contenido de Mn es preferiblemente 0,20% o más.

[0021] (Contenido de P: 0,020% o menos)

Cuando el contenido de P es mayor que 0,020%, la hoja de acero es dura y se ocasiona la reducción en su resistencia a la corrosión aparte de la disminución en la conformabilidad de la tapa corona. Por consiguiente, el límite superior del contenido de P se fija en 0,020%.

[0022] (Contenido de S: 0,020% o menos)

S es un elemento nocivo que forma inclusiones en la hoja de acero para producir la reducción en la ductilidad en caliente de la hoja de acero y el deterioro en su resistencia a la corrosión. Así pues, el límite superior del contenido de S se fija en 0,020%.

[0023] (Contenido de Al: 0,01% a 0,06%)

El Al es un elemento necesario que sirve como un desoxidante durante la fabricación de acero. Cuando el contenido de Al es menor que 0,01%, la desoxidación es insuficiente, lo cual conduce al aumento en la cantidad de inclusiones y al deterioro en la conformabilidad de la tapa corona. Por otro lado, el Al forma AlN con el N en el acero para reducir la cantidad de N soluto en el acero. Cuando el contenido de Al es mayor que 0,06%, la cantidad de N total-(N como AlN) descrita más adelante no se obtiene suficientemente, y la resistencia de la hoja de acero es baja. En consecuencia, el contenido de Al se fija en 0,01% a 0,06%. El contenido de Al se fija preferiblemente en 0,01% a 0,04%.

[0024] (Contenido de N: 0,0100% a 0,0180%)

Cuando el contenido de N es menor que 0,0100%, la cantidad de N total-(N como AlN) descrita a continuación no se obtiene suficientemente, la resistencia de la hoja de acero es baja, y la resistencia a la presión es baja. No obstante, cuando el contenido de N es mayor que 0,0180%, la resistencia de la hoja de acero es alta en demasía, lo cual lleva al deterioro en la

conformabilidad de la tapa corona y a la reducción en su resistencia a la presión. Por lo tanto, el contenido de N se fija en 0,0100% a 0,0180%. En el caso en el que se requiera una resistencia a la presión más excelente, el contenido de N es preferiblemente 0,0135% o más.

[0025] (N total-(N como AlN): 0,0090% a 0,0170%)

En la presente invención, con el fin de asegurar la resistencia, es necesaria una cantidad deseada de N soluto. En la composición del acero en la presente invención, N se encuentra en el acero probablemente ante todo en la forma de AlN. Por consiguiente, (N total-(N como AlN)), obtenido restando la cantidad de N presente en la forma de AlN (N como AlN) de la cantidad total de N (N total), se considera como la cantidad de N soluto. Cuando el contenido de N total-(N como AlN) es menor que 0,0090%, la resistencia de la hoja de acero es baja y la resistencia a la presión es baja. Sin embargo, cuando el contenido de N total-(N como AlN) es mayor que 0,0170%, la resistencia de la hoja de acero es alta en demasía, la conformabilidad de la tapa corona es baja, y su resistencia a la presión es baja. De este modo, el contenido de N total-(N como AlN) se fija en 0,0090% a 0,0170%. El contenido de N total-(N como AlN) se fija preferiblemente en 0,0110% a 0,0170%. Dicho sea de paso, la cantidad de N presente en la forma de AlN puede confirmarse disolviendo y extrayendo el AlN usando, por ejemplo, una solución al 10% de Br-metanol,

y analizando cuantitativamente por absorciometría el N presente en la forma de AlN.

[0026]

El resto lo constituyen Fe y las impurezas inevitables.

[0027]

Seguidamente, se describe la microestructura de la hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención. La hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención tiene una microestructura que contiene el carburo, y el tamaño de grano máximo del carburo en la sección transversal en la dirección de laminación es 2,0 μm o menos. En la composición del acero en la presente invención, el carburo en el acero está principalmente presente en la forma de cementita. Cuando el tamaño de grano máximo del carburo en la sección transversal en la dirección de laminación es mayor que 2,0 μm , las formas de los corrugados de la tapa corona conformada son desiguales, acarreando fallos de forma, los cuales causan una reducción en la resistencia a la presión. La razón de este fenómeno es poco clara y se considera tal como se describe a continuación. Una porción corrugada de la tapa corona es un sitio sometido a deformaciones por tensión y compresión o deformación sobreimpuesta con tensión y compresión en cada una de la dirección de laminación de la hoja de acero, direcciones perpendiculares a la dirección de laminación, y direcciones del espesor. Por consiguiente, es

concebible que, si se hallan presentes carburos gruesos, entonces la deformación se concentra localmente durante la conformación para ocasionar fallos de forma. Cuando el tamaño de grano máximo del carburo (cementita) es menor que $0,3\ \mu\text{m}$, la hoja de acero tiene una resistencia alta en demasía, y existe la posibilidad de que se afecte la conformabilidad de la tapa corona. Por ende, el tamaño de grano máximo de cementita es preferiblemente $0,3\ \mu\text{m}$ o más. Para la estructura metalográfica de la cementita, una sección transversal a través del espesor (*a through-thickness cross section*), paralela a la dirección de laminación de la hoja de acero se pule y se ataca entonces químicamente con un agente corrosivo (nital con un porcentaje en volumen de 3), se observa una posición de $\frac{1}{4}$ a través del espesor (en la sección transversal anterior, una posición de $\frac{1}{4}$ desde una superficie en una dirección del espesor) en 10 campos de visión con un aumento de $2.000\times$ usando un microscópico electrónico de barrido (SEM - *scanning electron microscope*), y se identifica la cementita mediante valoración visual usando una fotografía de la microestructura tomada con el SEM. Para el tamaño de los granos de cementita, se determina el área de cada grano de cementita mediante análisis de imágenes y se convierte en el diámetro del círculo equivalente, el cual se define como el tamaño del grano de cementita. El tamaño de un grano de cementita que es el más grande en tamaño en los 10 campos de visión se define

como el tamaño de grano máximo del carburo.

[0028]

Seguidamente, se describen las propiedades mecánicas de la hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención.

Se requiere que la hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención tenga una resistencia a la presión de tal manera que la tapa corona no se desprenda por la presión interna en una botella. El espesor de las hojas de acero usadas convencionalmente para tapas corona fue 0,22 mm o más. En la reducción del calibre, en la cual el espesor de una hoja es 0,20 mm o menos, es necesaria una resistencia más alta que nunca. Cuando el límite elástico de la hoja de acero en la dirección de laminación es menor que 420 MPa, es difícil impartir suficiente resistencia a la presión a tal tapa corona, laminada como se describe anteriormente. No obstante, cuando su límite elástico es mayor que 600 MPa, la fuerza de compresión (*the compressive stress*) en la dirección circunferencial de la porción corrugada de la tapa corona es alta y el límite elástico excede la resistencia al pandeo crítico (*critical buckling strength*) en la fase inicial de la conformación de la tapa corona; por ende, ocurren corrugados grandes en la porción corrugada que ocasionan fallos de forma. En consecuencia, el límite elástico en la dirección de laminación se fija en 420 MPa a 600 MPa. Con el fin de obtener

una configuración y una resistencia a la presión buenas de la tapa corona, el límite elástico es preferiblemente 450 MPa a 600 MPa. Dicho sea de paso, el límite elástico puede medirse por un método de ensayo de tracción de un material metálico especificado en "JIS Z 2241". Puede obtenerse un límite elástico deseado ajustando la composición; ajustando la temperatura de bobinado durante la laminación en caliente, la velocidad de calentamiento promedio después de la laminación en frío, la temperatura de recocido, y la velocidad de enfriamiento promedio después del recocido; y ajustando la temperatura de interrupción del enfriamiento y la temperatura de retención después de la interrupción del enfriamiento. Puede obtenerse un límite elástico de 420 MPa a 600 MPa fijando la composición mencionada anteriormente, fijando la temperatura de bobinado en un paso de laminación en caliente en 670 °C o menos, fijando la velocidad de calentamiento promedio en un intervalo de temperatura A desde 500 °C a 600 °C en una pasada de calentamiento en un paso de recocido continuo después de un paso de laminación en frío, en 10 °C/s a 30 °C/s, realizando recocido a una temperatura de recocido B en un intervalo de temperatura de 620 °C a 740 °C, efectuando enfriamiento desde la temperatura de recocido B a una temperatura de interrupción del enfriamiento C en un intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C a una velocidad de enfriamiento promedio de 20 °C/s o más, fijando el tiempo de

retención, durante el cual se realiza retención en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C después de interrumpir el enfriamiento a la velocidad de enfriamiento promedio anterior, en 30 segundos a 90 segundos, y llevando a cabo laminación en frío secundaria con una razón de reducción de laminación de 1,0% a 12%. Dicho sea de paso, el límite elástico de la hoja de acero en una dirección (dirección a lo ancho) perpendicular a la dirección de laminación es preferiblemente 450 MPa a 600 MPa.

[0029]

La hoja de acero para tapas corona se troquela en una pieza en bruto circular (*a circular blank*), la cual se conforma en la tapa corona mediante conformación a presión. Luego de la conformación, la tapa corona se grafa a la boca de una botella con un taponador, con lo cual se mantiene la hermeticidad luego del tapado. Cuando la resistencia de la porción lateral después de la conformación de la tapa corona es baja, la tapa corona se desprende de la boca de la botella en algunas ocasiones cuando la botella se sostiene en una condición tal que la presión interna de la botella es elevada, lo cual lleva al escape del contenido en la botella. La resistencia de la porción lateral después de la conformación de la tapa corona se correlaciona estrechamente con la dureza Vickers de su sección transversal. Cuando la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona

es menor que 180 Hv, la resistencia de la porción lateral de la tapa corona es baja, acarreando una reducción en la hermeticidad, es decir, una reducción en la resistencia a la presión por un ensayo de presión. No obstante, cuando la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona es mayor que 220 Hv, la resistencia de la porción lateral de la tapa corona es alta en demasía y, por consiguiente, ocurren grietas en la porción. Con el fin de conseguir tanto una buena configuración de la tapa corona como una resistencia a la presión, la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona se fija en 180 Hv a 220 Hv. La dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona es preferiblemente 190 Hv a 220 Hv.

[0030]

La dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona puede evaluarse por un método especificado en "JIS Z 2244". En la presente invención, posiciones para evaluar la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona están en una sección transversal de la porción lateral de la tapa corona entre corrugados de la tapa corona, y se efectúa una medición en términos de dureza Vickers. En la presente invención, como se muestra en Fig. 1, las posiciones de medición se fijan en cinco puntos, en total, incluyendo un punto en el centro, dos

puntos en una dirección de la superficie superior de la tapa corona, y dos puntos en una dirección descendente de la tapa corona, en el centro estando en una posición $(H/2)$ correspondiente a la mitad de la altura H de la tapa corona. La carga de penetración Vickers se fija en 100 gf y los intervalos entre los puntos se fijan en $3d$ (d : la longitud de una diagonal de una penetración). El promedio de los valores de dureza Vickers en los cinco puntos se define como la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona. Una dureza medida en sección transversal deseada puede obtenerse conformando la tapa corona de la hoja de acero para tapas corona, la hoja de acero que se obtiene ajustando la composición; ajustando la temperatura de bobinado durante la laminación en caliente, la velocidad de calentamiento promedio después de la laminación en frío, la temperatura de recocido, y la velocidad de enfriamiento promedio después del recocido; y ajustando la razón de reducción de laminación en frío secundaria. Una dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona de 180 Hv a 220 Hv puede obtenerse conformando la tapa corona de la hoja de acero para tapas corona, la hoja de acero obteniéndose fijando la composición mencionada anteriormente, fijando la temperatura de bobinado en el paso de laminación en caliente en $670\text{ }^{\circ}\text{C}$ o menos, fijando la velocidad de calentamiento promedio en el intervalo de temperatura A desde $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la pasada

de calentamiento en el paso de recocido continuo después del paso de laminación en frío primaria en 10 °C/s a 30 °C/s, realizando el recocido a la temperatura de recocido B en el intervalo de temperatura de 620 °C a 740 °C, efectuando enfriamiento desde la temperatura de recocido B a la temperatura de interrupción del enfriamiento C en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C a una velocidad de enfriamiento promedio de 20 °C/s o más, fijando el tiempo de retención, durante el cual se lleva a cabo retención en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C luego de que se interrumpe el enfriamiento a la velocidad de enfriamiento promedio anterior, en 30 segundos a 90 segundos, y efectuando laminación en frío secundaria con una razón de reducción de laminación de 1,0% a 12%.

[0031]

A continuación, se describe un ejemplo del método para fabricar la hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención. La hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención se fabrica realizando los siguientes pasos: un paso de laminación en caliente de bobinar un material de acero (planchón de acero) que tiene la composición mencionada anteriormente a una temperatura de 670 °C o menos luego de una laminación de acabado en laminación en caliente; un paso de decapado de efectuar decapado, según se requiera, después del paso de laminación en caliente; un

paso de laminación en frío primaria de realizar laminación en frío después del paso de decapado; un paso de recocido continuo de realizar calentamiento a una velocidad de calentamiento promedio de 10 °C/s a 30 °C/s en un intervalo de temperatura A desde 500 °C a 600 °C en una pasada de calentamiento después del paso de laminación en frío primaria, recocer a una temperatura de recocido B en un intervalo de temperatura de 620 °C a 740 °C, enfriar desde la temperatura de recocido B a una temperatura de interrupción del enfriamiento C en un intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C a una velocidad de enfriamiento promedio de 20 °C/s o más, y retener en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C durante un tiempo de retención de 30 segundos a 90 segundos después de que se interrumpe el enfriamiento a la velocidad de enfriamiento promedio anterior; y un paso de laminación en frío secundaria de realizar laminación en frío con una razón de reducción de laminación de 1,0% a 12% luego del paso de recocido continuo. Dicho sea de paso, en las siguientes descripciones, la temperatura es la temperatura superficial de la hoja de acero, o similar. Con respecto a la velocidad de calentamiento promedio y la velocidad de enfriamiento promedio, sus valores son valores obtenidos mediante cálculo basado en la temperatura superficial. La velocidad de calentamiento promedio en el intervalo de temperatura A desde 500 °C a 600 °C en la pasada de calentamiento viene dada por $((600\text{ °C} - 500\text{ °C})$

/ tiempo de calentamiento desde 500 °C a 600 °C). La velocidad de enfriamiento promedio desde la temperatura de recocido B a la temperatura de interrupción del enfriamiento C viene dada por ((temperatura de recocido B - temperatura de interrupción del enfriamiento C) / tiempo de enfriamiento desde la temperatura de recocido B a la temperatura de interrupción del enfriamiento C).

[0032]

Para fabricar la hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención, se prepara acero fundido por un proceso conocido usando un convertidor o similar de manera que contenga los componentes químicos mencionados anteriormente y luego se moldea en un planchón mediante, por ejemplo, un proceso de colada continua. Posteriormente, el planchón se somete preferiblemente a laminación en bruto a temperatura de calentamiento elevada. Un proceso de laminación en bruto no está particularmente limitado. Con el fin de asegurar que N total-(N como AlN) sea 0,0090% o más, la temperatura de calentamiento del planchón es preferiblemente 1.200 °C o más. Con el fin de aumentar aún más N total-(N como AlN), la temperatura de calentamiento del planchón es preferiblemente 1.230 °C o más.

[0033]

La temperatura de laminación de acabado en el paso de laminación en caliente es preferiblemente 850 °C o más, desde

el punto de vista de la estabilidad de la carga de laminación. Sin embargo, elevar innecesariamente la temperatura de laminación de acabado dificulta fabricar una hoja de acero delgada en algunas ocasiones. En particular, la temperatura de laminación de acabado está preferiblemente dentro del intervalo de 850 °C a 960 °C.

[0034]

No es preferible que la temperatura de bobinado en el paso de laminación en caliente sea mayor que 670 °C, porque se aumenta la cantidad de AlN precipitado en el acero luego del enfriamiento, la cantidad de N total-(N como AlN) es menor que 0,0090%, y así el límite elástico de la hoja de acero en la dirección de laminación es menor que 420 MPa, y la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona después de la conformación de la tapa corona es menor que 180 Hv en algunas ocasiones. No es preferible que la temperatura de bobinado en el paso de laminación en caliente sea mayor que 670 °C, porque el tamaño de grano máximo del carburo en la sección transversal en la dirección de laminación es mayor que 2,0 μm , y las formas de los corrugados de la tapa corona se vuelven desiguales durante la conformación de la tapa corona, llevando a fallos de forma en algunas ocasiones. Por consiguiente, la temperatura de bobinado en el paso de laminación en caliente se fija en 670 °C o menos. Con el fin de asegurar suficientemente la cantidad

de N total-(N como AlN), la temperatura de bobinado en el paso de laminación en caliente es preferiblemente 640 °C o menos. No obstante, cuando la temperatura de bobinado es baja en demasía, el límite elástico de la hoja de acero en la dirección de laminación es mayor que 600 MPa y la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona luego de la conformación de la tapa corona es mayor que 220 Hv en algunas ocasiones. Por ende, la temperatura de bobinado es preferiblemente 500 °C o más.

[0035]

Posteriormente, se lleva a cabo el decapado según se requiera. El decapado puede remover únicamente costras superficiales, y las condiciones para el decapado no necesitan limitarse particularmente. Alternativamente, puede emplearse un proceso tal como remoción mecánica en lugar del decapado.

[0036]

La razón de reducción de laminación en el paso de laminación en frío primaria no está particularmente limitada y es preferiblemente 85% a 94% con el propósito de ajustar el espesor de la hoja de acero luego de la laminación en frío secundaria a 0,20 mm o menos.

[0037]

En el paso de recocido continuo, el calentamiento se lleva a cabo a una velocidad de calentamiento promedio de 10 °C/s a 30 °C/s en el intervalo de temperatura A desde 500 °C a 600 °C.

No es preferible que el calentamiento se lleve a cabo a una velocidad de calentamiento promedio de menos de 10 °C/s en el intervalo de temperatura A, porque durante el calentamiento ocurre la precipitación de AlN, la cantidad de N total-(N como AlN) es menor que 0,0090%, el límite elástico de la hoja de acero en la dirección de laminación es menor que 420 MPa, la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona luego de la conformación de la tapa corona es menor que 180 Hv, y la resistencia a la presión es baja. Por lo tanto, la velocidad de calentamiento promedio en el intervalo de temperatura A se fija en 10 °C/s o más. La velocidad de calentamiento promedio en él se fija preferiblemente en 12 °C/s o más. En el caso de realizar calentamiento a una velocidad de calentamiento promedio de más de 30 °C/s en el intervalo de temperatura A, la hoja de acero es dura en demasía, la forma se vuelve desigual en la conformación de la tapa corona, y se disminuye la resistencia a la presión. En consecuencia, la velocidad de calentamiento promedio en el intervalo de temperatura A se fija en 30 °C/s o menos. Cuando la velocidad de calentamiento promedio en el intervalo de temperatura A es mayor que 30 °C/s, ocurren problemas tales como sobrecalentamiento debido a la dificultad en controlar la temperatura de recocido y un aumento en el costo de la energía, en algunas ocasiones.

[0038]

La temperatura de recocido B se fija en el intervalo de temperatura de 620 °C a 740 °C. Cuando la temperatura de recocido B es menor que 620 °C, la hoja de acero es dura debido a una estructura de recristalización incompleta. Por lo tanto, el límite elástico de la hoja de acero en la dirección de laminación es mayor que 600 MPa, la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona luego de la conformación de la tapa corona es mayor que 220 Hv, la conformabilidad de la tapa corona es deficiente, y la resistencia a la presión es baja. No obstante, cuando la temperatura de recocido B es mayor que 740 °C, el C derivado del carburo disuelto durante el recocido se separa y se agrega en las fronteras del grano, el tamaño de grano máximo del carburo en la sección transversal en la dirección de laminación después de enfriar es mayor que 2,0 μm , las formas de los corrugados se vuelven desiguales en la conformación de la tapa corona, y se disminuye la resistencia a la presión. Por lo demás, durante el recocido continuo, es probable que ocurran problemas de conducción (*threading problems*) tales como pandeo por calor, lo cual no es deseable. Así pues, la temperatura de recocido B se fija en el intervalo de temperatura de 620 °C a 740 °C. Con el fin de conseguir tanto la conformabilidad como la resistencia a la presión de la tapa corona en un equilibrio perfecto, la temperatura de recocido B es preferiblemente 640 °C o más. La temperatura de recocido

B es preferiblemente 720 °C o menos.

[0039]

En el enfriamiento en el paso de recocido, se efectúa enfriamiento desde la temperatura de recocido B a la temperatura de interrupción del enfriamiento C en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C a una velocidad de enfriamiento promedio de 20 °C/s o más. Cuando la velocidad de enfriamiento promedio es menor que 20 °C/s, el AlN se precipita en demasía durante el enfriamiento, la cantidad de N total-(N como AlN) es menor que 0,0090%, el límite elástico de la hoja de acero en la dirección de laminación es menor que 420 MPa, la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona luego de la conformación de la tapa corona es menor que 180 Hv, y la resistencia a la presión es baja en algunas ocasiones. En consecuencia, la velocidad de enfriamiento promedio se fija en 20 °C/s o más. La velocidad de enfriamiento promedio se fija preferiblemente en 40 °C/s o más. El límite superior de la velocidad de enfriamiento promedio no está particularmente limitado. Cuando la velocidad de enfriamiento promedio es mayor que 150 °C/s, se satura el aumento en resistencia de la hoja de acero debido al N total-(N como AlN), se reduce la ductilidad debido a la precipitación excesiva del carburo en los granos de ferrita, y surgen grietas en la conformación de la tapa corona en algunas ocasiones. Por lo tanto, la velocidad de enfriamiento promedio es

preferiblemente 150 °C/s o menos. La velocidad de enfriamiento promedio es más preferiblemente 120 °C/s o menos.

[0040]

La temperatura de interrupción del enfriamiento C se fija en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C. Cuando la temperatura de interrupción del enfriamiento es mayor que 580 °C, AlN se precipita en demasía, la cantidad de N total- (N como AlN) es menor que 0,0090%, el límite elástico de la hoja de acero en la dirección de laminación es menor que 420 MPa, la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona luego de la conformación de la tapa corona es menor que 180 Hv, y la resistencia a la presión se reduce en algunas ocasiones. La temperatura de interrupción del enfriamiento se fija preferiblemente en 550 °C o menos. El límite inferior de la temperatura de interrupción del enfriamiento se fija en 400 °C. Cuando la temperatura de interrupción del enfriamiento es excesivamente baja, la hoja de acero es dura en demasía, la forma configurada se torna desigual en la conformación de la tapa corona, y se disminuye la resistencia a la presión en algunas ocasiones. La temperatura de interrupción del enfriamiento se fija preferiblemente en 450 °C o más.

[0041]

En un paso subsiguiente, después de interrumpir el enfriamiento a la velocidad de enfriamiento promedio anterior,

el tiempo de retención en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C se fija en 30 segundos a 90 segundos. Cuando el tiempo de retención en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C es mayor que 90 segundos, crece el carburo debido a la difusión de C dentro del carburo en el acero, el tamaño de grano máximo del carburo en la sección transversal en la dirección de laminación es mayor que 2,0 μm , las formas de los corrugados se tornan desiguales en la conformación de la tapa corona, y se disminuye la resistencia a la presión. Con el fin de asegurar una forma excelente, el tiempo de retención en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C se fija preferiblemente en 75 segundos o menos. El límite inferior del tiempo de retención en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C se fija en 30 segundos o más. Cuando el tiempo de retención es menor que 30 segundos, la hoja de acero es dura en demasía, la forma se torna desigual en la conformación de la tapa corona, y se disminuye la resistencia a la presión.

[0042]

La razón de reducción de laminación durante la laminación en frío secundaria, subsiguiente al paso de recocido continuo, se fija en 1,0% a 12%. Cuando razón de reducción de laminación durante laminación en frío secundaria es menor que 1,0%, la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona luego de la conformación de la tapa corona es menor que 180 Hv y se disminuye la resistencia a la presión.

La razón de este fenómeno es poco clara y se considera como se describe a continuación. En hojas de acero en las cuales está presente N soluto, las dislocaciones introducidas por la laminación en frío secundaria se anclan por la solución sólida durante un tratamiento térmico de aplicación de laca al horno (*lacquer baking*). En el caso en que posteriormente se aplique tensión, las dislocaciones ancladas sirven como barreras a la deformación y aumenta la resistencia. Por otro lado, en el caso en que se conforman tapas corona, la deformación por estirado es dominante y, en consecuencia, actúa una fuerza en sistemas deslizantes que es diferente de la tensión. Por consiguiente, las dislocaciones ancladas no actúan efectivamente durante la conformación de la tapa corona, y es difícil que aumente la dureza medida en sección transversal de porciones laterales de las tapas corona. Es decir, con el fin de aumentar la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona en la conformación de la tapa corona, necesita introducirse un gran número de dislocaciones por la laminación en frío secundaria y la razón de reducción de laminación necesita ser 1,0% o más. Cuando la razón de reducción de laminación durante la laminación en frío secundaria es mayor que 12%, se introducen dislocaciones en demasía; por consiguiente, la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona es mayor que 220 Hv, resultan grietas debido a la conformación, y la

resistencia a la presión es baja. Por ende, la razón de reducción de laminación durante la laminación en frío secundaria se fija en 1,0% a 12%. Con el fin de obtener tanto la conformabilidad como la resistencia a la presión de la tapa corona, la razón de reducción de laminación durante la laminación en frío secundaria es preferiblemente 3,0% o más. La razón de reducción de laminación durante la laminación en frío secundaria es preferiblemente 10% o menos.

[0043]

Una hoja de acero laminada en frío obtenida como se describe anteriormente se somete entonces a un tratamiento de enchapado tal como estañado, cromado, o niquelado, por ejemplo, galvanizado, según se requiera, de modo que se forme una capa recubierta en una superficie de la hoja de acero, en con lo cual se produce la hoja de acero para tapas corona. El espesor de una película formada por tratamiento superficial tal como enchapado es suficientemente menor que el espesor de la hoja de acero y, en consecuencia, la influencia sobre las propiedades mecánicas de la hoja de acero para tapas corona es de un nivel insignificante.

[0044]

Como se describe anteriormente, la hoja de acero para tapas corona de acuerdo con la presente invención tiene la capacidad de exhibir una resistencia y una conformabilidad suficientes, sin importar la reducción del calibre.

[0045]

Una tapa corona de acuerdo con la presente invención es una que se conforma usando la hoja de acero para tapas corona mencionada anteriormente. La tapa corona se compone principalmente de una parte en forma de disco, para cubrir la boca de una botella, y una parte corrugada alrededor del citado disco. La tapa corona de acuerdo con la presente invención puede obtenerse troquelando (*is stamped out*) una pieza en bruto circular, y configurándola por conformado a presión. La tapa corona de acuerdo con la presente invención se fabrica de la hoja de acero para tapas corona, hoja de acero que tiene un límite elástico suficiente y una excelente conformabilidad; por lo tanto, es excelente en su resistencia a la presión como una tapa corona, sin importar la reducción del calibre; y tiene el efecto de reducir la cantidad de desechos producidos en asociación con el uso.

EJEMPLOS

[0046]

En estos ejemplos, cada uno de los aceros que contenían los componentes mostrados en la Tabla 1, siendo el resto Fe e impurezas inevitables, se produjo en un convertidor y se vació en forma continua, con lo cual se obtuvo un planchón. El planchón de acero obtenido se recalentó a 1.220 °C y se sometió entonces a laminación en caliente a una temperatura inicial de laminación de 1.150 °C y a una temperatura de laminación

de acabado mostrada en la Tabla 2, seguida por bobinado a una temperatura de bobinado. Se efectuó decapado luego de la laminación en caliente. A renglón seguido, se realizó laminación en frío primaria con una razón de reducción de laminación mostrada en la Tabla 2 y se llevó a cabo recocido continuo bajo las condiciones mostradas en la Tabla 2. Posteriormente, se realizó laminación en frío secundaria con una razón de reducción de laminación mostrada en la Tabla 2. Una hoja de acero obtenida se sometió continuamente a cromado usual (*Cr plating*), con lo cual se obtuvo un acero libre de estaño.

[0047]

[Tabla 1]

(porcentaje en masa)

Acero n.º	C	Si	Mn	P	S	Al	N
A	0,033	0,01	0,43	0,012	0,011	0,036	0,0147
B	0,046	0,01	0,21	0,014	0,010	0,033	0,0155
C	0,049	0,01	0,38	0,009	0,013	0,039	0,0138
D	0,041	0,01	0,46	0,013	0,014	0,058	0,0162
E	0,047	0,01	0,42	0,008	0,012	0,035	0,0106
F	0,043	0,01	0,44	0,015	0,011	0,032	0,0178
G	0,044	0,01	0,53	0,017	0,014	0,034	0,0146
H	0,022	0,01	0,49	0,018	0,013	0,038	0,0161
I	0,058	0,01	0,47	0,011	0,009	0,031	0,0144
J	0,077	0,01	0,36	0,010	0,011	0,029	0,0150
K	0,045	0,01	0,50	0,016	0,015	0,035	0,0137
L	0,051	0,01	0,38	0,013	0,017	0,056	0,0103
M	0,046	0,01	0,45	0,015	0,009	0,017	0,0176
N	0,024	0,01	0,53	0,014	0,015	0,057	0,0104
O	0,072	0,01	0,46	0,015	0,013	0,015	0,0175

P	<u>0,013</u>	0,01	0,43	0,016	0,011	0,036	0,0152
Q	<u>0,096</u>	0,01	0,46	0,010	0,016	0,028	0,0149
R	0,044	0,01	<u>0.75</u>	0,009	0,014	0,034	0,0141
S	0,039	0,01	0.51	0,012	0,012	<u>0,078</u>	0,0160
T	0,042	0,01	0.53	0,014	0,017	0,029	<u>0,0084</u>
U	0,038	0,01	0,39	0,013	0,011	0,036	<u>0,0213</u>
V	0,049	<u>0,13</u>	0,47	0,016	0,013	0,033	0,0156
W	0,051	0,01	0,48	<u>0,034</u>	0,015	0,035	0,0144

Partes subrayadas: por fuera del ámbito de la presente invención.

[0048]

La hoja de acero obtenida como se describe anteriormente se sometió a un tratamiento térmico correspondiente a aplicación de laca al horno a 210 °C durante 15 minutos, seguida por ensayos de tracción y determinación de la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona. Los ensayos de tracción se llevaron a cabo usando una probeta de ensayo de tracción con un tamaño JIS #5 de acuerdo con "JIS Z 2241", con lo cual se midió el límite elástico en una dirección de laminación. Para la dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona, la hoja de acero se conformó en la tapa corona, la cual se midió con respecto a la dureza Vickers por un método de acuerdo con "JIS Z 2244". Para la tapa corona, se usó una pieza en bruto circular con un diámetro de 37 mm y la pieza en bruto se conformó para tener las siguientes dimensiones (un diámetro exterior de 32,1 mm, una altura de 6,5 mm, el número de corrugados siendo 21) de una tapa corona tipo 3 especificada en "JIS S 9017" (norma abolida) por conformado a presión. Las

posiciones para la evaluación se fijaron en cinco posiciones, en total, incluyendo un punto en el centro, dos puntos en la dirección de la superficie superior de la tapa corona, y dos puntos en una dirección descendente de la tapa corona centrada en una posición ($H/2$) correspondiente a la mitad de la altura H de la tapa corona. La carga de penetración Vickers se fijó en 100 gf y los intervalos entre los puntos se fijaron en $3d$ (d : la longitud de una diagonal de una penetración). El promedio de los valores de dureza Vickers de los cinco puntos se definió como dureza medida en sección transversal de la porción lateral de la tapa corona.

[0049]

Para el tamaño de grano de un carburo en una sección transversal en la dirección de laminación, una sección transversal a través del espesor, paralela a la dirección de laminación de la hoja de acero se pulió y se atacó químicamente con un agente corrosivo (nital con un porcentaje en volumen de 3), una posición a un $\frac{1}{4}$ a través del espesor (en la sección transversal anterior, una posición a un $\frac{1}{4}$ desde una superficie en una dirección del espesor) se observó sobre 10 campos con una visión de aumento de 2.000x usando un microscopio electrónico de barrido (SEM), y se identificó cementita por evaluación visual usando una fotografía de la microestructura tomada con el SEM. Para el tamaño de los granos de cementita, se determinó el área de cada grano de cementita mediante

análisis de imágenes y se convirtió en el diámetro circular equivalente, el cual se definió como el tamaño del grano de cementita. El tamaño de un grano de cementita, que fue el más grande en tamaño en los 10 campos de visión, se definió como el tamaño de grano máximo del carburo en la sección transversal en la dirección de laminación.

[0050]

La hoja de acero obtenida se utilizó para conformar tapas corona y se evaluó con respecto a la conformabilidad de la tapa corona. Se conformaron piezas en bruto circulares con un diámetro de 37 mm que tuvieran las siguientes dimensiones (un diámetro exterior de 32,1 mm, una altura de 6,5 mm, siendo 21 el número de corrugados) de una tapa corona tipo 3 especificada en "JIS S 9017" (norma abolida) mediante conformación por prensado. Para la evaluación de la conformabilidad de las tapas corona, la longitud **L** de cada pliegue **2** de las tapas corona se midió como se muestra en Fig. 2, una tapa corona en la cual la desviación estándar de los valores **L** con 0,1 o menos se clasificó **O**, y una tapa corona en la cual la desviación estándar de los valores **L** fue mayor que 0,1 se clasificó **x**. La evaluación se efectuó para cinco de las tapas corona. Todas las cinco tapas corona, en las cuales la desviación estándar de los valores **L** fue 0,1 o menos, se clasificaron **O** (aceptables) y las que diferían de estas se clasificaron **x** (inaceptables).

[0051]

Se realizó un ensayo de presión usando las tapas corona conformadas. Un sello de hermeticidad (*liner*) de cloruro de polivinilo se adhirió al interior de la superficie superior de cada tapa corona, una botella de cerveza disponible en el comercio se tapó con la tapa corona, se practicó un fino agujero en una porción superior de la tapa corona, se adaptó en él una herramienta para alimentar aire en la botella, y se aumentó la presión interna de la botella inyectando aire en la botella a una tasa de 5 psi por segundo. Las condiciones para aumentar la presión en la botella son las siguientes: se subió la presión en la botella a 100 psi (una operación de presurización), se mantuvo a 100 psi durante 1 minuto (una operación de retención), y se incrementó de nuevo a 5 psi por segundo (una operación de represurización). En cada una de la operación de presurización, la operación de retención, y la operación de represurización, la presión interna de la botella que se obtuvo cuando se escapó aire de un intersticio entre la tapa corona y la boca de la botella o cuando la tapa corona se desprendió de la boca de la botella (destapado) se definió como el valor de resistencia a la presión de la tapa corona. El caso en el que se exhibió un valor de presión contraria (*anti-pressure value*) igual a, o mayor que, el de una tapa corona convencional se clasificó ○. El caso en el que no se exhibió el valor de presión contraria de la tapa corona

convencional se clasificó x. Luego de asignar una clasificación de x, la evaluación posterior fue difícil; en consecuencia, se indicó - en las siguientes tablas. Dicho sea de paso, la tapa corona convencional usada se fabricó de una hoja de acero SR (reducida una sola vez) con un espesor de 0,22 mm. El caso en el que se obtuvo una clasificación de O en todas las operaciones de presurización, la operación de retención, y la operación de represurización fueron excelentes en resistencia a la presión y se clasificaron íntegramente O (aceptable). El caso distinto de este fue deficiente en resistencia a la presión y se clasificó x (inaceptable). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

[0052]

[Tabla 2]

Hoja de acero n.º	Acero n.º	Temperatura de calentamiento (°C)	Temperatura de laminación de acabado (°C)	Temperatura de bobinado (°C)	Espesor de la hoja de acero laminada en caliente (mm)	Razón de reducción de laminación en frío primaria (%)	Velocidad de calentamiento promedio en el intervalo de temperatura A (°C/s)	Temperatura de recocido B (°C)	Velocidad de enfriamiento promedio a temperatura de interrupción del enfriamiento C (°C/s)	Temperatura de interrupción del enfriamiento C (°C)	Tiempo de retención en intervalo de temperatura de 400 °C a 580°C (segundos)	La razón de reducción de laminación en frío secundaria (%)	Espesor de la hoja de acero acabada (mm)	N total (N como AIN) (%)	Tamaño de grano máximo del carburo (µm)	Límite elástico en la dirección de laminación (MPa)	Dureza medida en la sección transversal de la porción lateral de la tapa corona luego de la conformación de la tapa corona (Hv)	Conformabilidad de la tapa corona	Resistencia a la presión de la tapa corona				Observaciones
																			Presurización	Retención	Represurización	Clasificación general	
1	A	1220	910	650	2,1	91	15	680	62	550	60	6,0	0,18	0,0143	0,8	462	197	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
2	B	1220	910	650	2,1	91	15	680	79	500	65	6,0	0,18	0,0149	1,0	456	195	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
3	C	1220	910	650	2,1	91	15	680	74	525	60	6,0	0,18	0,0115	1,4	454	193	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
4	D	1220	910	650	2,1	91	15	680	94	510	51	6,0	0,18	0,0104	0,9	438	183	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
5	E	1220	910	650	2,1	91	15	680	68	525	65	6,0	0,18	0,0096	1,4	435	184	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
6	F	1220	910	650	2,1	91	18	680	55	565	60	6,0	0,18	0,0163	1,2	561	210	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
7	G	1220	910	650	2,1	91	18	680	70	520	65	6,0	0,18	0,0141	1,1	507	206	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
8	H	1220	910	650	2,1	91	18	680	75	545	51	6,0	0,18	0,0156	0,5	448	183	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
9	I	1220	910	650	2,1	91	23	680	65	530	65	6,0	0,18	0,0138	1,3	546	207	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
10	J	1220	910	650	2,1	91	23	680	57	560	60	6,0	0,18	0,0145	1,5	567	212	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
11	K	1220	910	650	2,1	91	23	660	55	535	65	6,0	0,18	0,0112	1,3	459	193	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
12	L	1220	910	650	2,1	91	23	660	32	560	89	6,0	0,18	0,0096	1,6	438	186	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
13	M	1220	910	650	2,1	91	23	660	68	505	65	6,0	0,18	0,0164	1,1	571	214	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
14	N	1220	910	650	2,1	91	23	660	54	555	55	6,0	0,18	0,0092	0,6	424	182	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
15	O	1220	910	650	2,1	91	21	660	61	520	65	6,0	0,18	0,0167	1,7	587	218	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
16	P	1220	910	650	2,1	91	21	660	69	515	60	6,0	0,18	0,0139	0,5	<u>407</u>	<u>167</u>	○	○	×	-	×	Ejemplo comparativo
17	Q	1220	910	650	2,1	91	21	660	74	490	65	6,0	0,18	0,0141	<u>2,8</u>	<u>683</u>	<u>239</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
18	R	1220	910	650	2,1	91	21	660	71	540	48	6,0	0,18	0,0135	1,4	<u>675</u>	<u>233</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
19	S	1220	910	650	2,1	91	13	660	57	550	55	6,0	0,18	<u>0,0082</u>	1,1	<u>412</u>	<u>170</u>	○	○	×	-	×	Ejemplo comparativo
20	T	1220	910	650	2,1	91	13	660	39	570	65	6,0	0,18	<u>0,0049</u>	1,2	<u>415</u>	<u>172</u>	○	○	×	-	×	Ejemplo comparativo
21	U	1220	910	650	2,1	91	13	660	75	525	51	6,0	0,18	<u>0,0206</u>	0,9	<u>634</u>	<u>228</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
22	V	1220	910	650	2,1	91	13	660	65	550	48	6,0	0,18	0,0137	1,5	<u>629</u>	<u>231</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
23	W	1220	910	650	2,1	91	13	660	44	560	65	6,0	0,18	0,0140	1,6	<u>637</u>	<u>227</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo

Partes subrayadas: fuera del ámbito de la presente invención.

[0053]

Como se desprende claramente de la Tabla 2, las hojas de acero como las Hojas de Acero n.º 1 a 15, que constituyeron los ejemplos inventivos, contenían componentes dentro del ámbito de la presente invención, tenían un límite elástico de 420 MPa a 600 MPa en una dirección de laminación, y tenían el tamaño de grano máximo de un carburo de 2,0 μm o menos en una sección transversal en una dirección de laminación. Una tapa corona conformada de cada una de las Hojas de acero n.º 1 a 15 fue tal que la dureza medida en la sección transversal de una porción lateral de la tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue 180 Hv a 220 Hv. Las hojas de acero para tapas corona, como las Hojas de Acero n.º 1 a 15, fueron excelentes tanto en la conformabilidad de la tapa corona como en la resistencia a la presión.

[0054]

Por otra parte, se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 16, la cual era un ejemplo comparativo, fue tal que, puesto que el contenido de C era menor que 0,02%, el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue menor que 420 MPa, la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona luego de la conformación de la tapa corona fue menor que 180 Hv, la conformabilidad de la tapa corona fue excelente, pero la resistencia a la presión fue insuficiente.

[0055]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 17 fue tal que, puesto que el contenido de C fue mayor que 0,08%, el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue mayor que 600 MPa, el tamaño de grano máximo de un carburo en una sección transversal en una dirección de laminación fue mayor que 2,0 μm , y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue mayor que 220 Hv; y, por consiguiente, la conformabilidad de la tapa corona fue deficiente, y la resistencia a la presión fue insuficiente.

[0056]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 18 fue tal que, puesto que el contenido de Mn fue mayor que 0,60%; el límite elástico en una dirección de laminación fue mayor que 600 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue mayor que 220 Hv; y, por lo tanto, las configuraciones de los corrugados de la tapa corona conformada fueron desiguales, y ocurrieron fallos de forma que ocasionaron una reducción en la resistencia a la presión.

[0057]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la

Hoja de Acero n.º 19 fue tal que, puesto que el contenido de Al fue mayor que 0,06%; el N total-(N como AlN) fue menor que 0,0090%, el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue menor que 420 MPa, y la dureza medida en la sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue menor que 180 Hv; y, en consecuencia, la resistencia a la presión fue insuficiente.

[0058]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 20 fue tal que, puesto que el contenido de N era menor que 0,0100%, el N total-(N como AlN) fue menor que 0,0090%; el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue menor que 420 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue menor que 180 Hv; y, en consecuencia, la resistencia a la presión fue insuficiente.

[0059]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 21 fue tal que, puesto que el contenido de N fue mayor que 0,0180%, el N total-(N como AlN) fue mayor que 0,0170%; el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue mayor que 600 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona,

luego de la conformación de la tapa corona, fue mayor que 220 Hv; y, en consecuencia, la tapa corona conformada fue deficiente en configuración, y la resistencia a la presión fue insuficiente.

[0060]

Se evidenció claramente que, puesto que el contenido de Si en una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 22 fue mayor que 0,02% y el contenido de P en una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 23 fue mayor que 0,020%; cada una de las hojas de acero como la Hoja de Acero n.º 22 y la hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 23 fue tal que el límite elástico en la dirección de laminación fue mayor que 600 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue mayor que 220 Hv; y, por lo tanto, ocurrieron fallos de forma, y la resistencia a la presión fue insuficiente.

[0061]

A continuación, cada uno de los aceros que contenían los componentes del Acero n.º B, G, K, y S mostrados en la Tabla 1, siendo el resto Fe e impurezas inevitables, se produjo en un convertidor y se vació en forma continua, con lo cual se obtuvo en planchón de acero. Las condiciones de fabricación mostradas en la Tabla 3 se aplicaron al planchón de acero obtenido. Una hoja de acero obtenida se sometió continuamente a cromado usual, con lo cual se obtuvo una hoja de acero libre

de estaño. Las Hojas de acero n.º 24 a 56, obtenidas como se describe anteriormente, se sometieron a un tratamiento térmico correspondiente a aplicación de laca al horno a 210 °C durante 15 minutos, seguido por determinar el límite elástico en una dirección de laminación, el tamaño de grano máximo de un carburo en una sección transversal en la dirección de laminación, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona por los métodos mencionados anteriormente. Por lo demás, la conformabilidad y la resistencia a la presión de la tapa corona se evaluaron por los métodos mencionados anteriormente.

[0062]

[Tabla 3]

Hoja de acero n.º	Acero n.º	Temperatura de calentamiento (°C)	Temperatura de laminación de acabado (°C)	Temperatura de bobinado (°C)	Espesor de la hoja de acero laminada en caliente (mm)	Razón de reducción de laminación en frío primaria (%)	Velocidad de calentamiento promedio en el intervalo de temperatura A (°C/s)	Temperatura de recocido B (°C)	Velocidad de enfriamiento promedio a la temperatura de interrupción del enfriamiento C (°C/s)	Temperatura de interrupción del enfriamiento C (°C)	Tiempo de retención en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580°C (segundos)	La razón de reducción de laminación en frío secundaria (%)	Espesor de la hoja de acero acabada (mm)	N total (N como AIN) (%)	Tamaño de grano máximo del carburo (µm)	Límite elástico en la dirección de laminación (MPa)	Dureza medida en la sección transversal de la porción lateral de la tapa corona luego de la conformación de la tapa corona (Hv)	La conformabilidad de la tapa corona	Resistencia a la presión de la tapa corona				Observaciones
																			Presurización	Retención	Represurización	Clasificación general	
24	B	1230	910	<u>750</u>	2,3	92	15	695	83	505	65	4,2	0,18	<u>0,0078</u>	<u>2,7</u>	<u>404</u>	<u>173</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
25	B	1240	900	650	2,3	91	<u>5</u>	680	67	540	60	8,5	0,19	<u>0,0074</u>	1,7	413	<u>171</u>	○	○	×	-	×	Ejemplo comparativo
26	B	1230	910	650	2,1	91	22	<u>550</u>	41	455	65	5,3	0,18	0,0132	1,6	<u>616</u>	<u>227</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
27	B	1230	900	665	2,1	90	20	675	73	470	79	11,8	0,19	0,0137	1,7	568	216	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
28	B	1230	900	600	2,1	91	12	660	70	500	65	3,6	0,18	0,0135	1,4	475	197	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
29	B	1200	900	600	2,3	92	17	<u>760</u>	106	545	58	6,4	0,17	0,0128	<u>2,4</u>	428	182	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
30	B	1240	890	640	2,3	91	24	660	70	465	79	9,7	0,19	0,0138	1,2	501	208	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
31	B	1230	900	620	2,1	91	<u>45</u>	670	52	545	57	9,1	0,17	0,0133	1,2	<u>609</u>	<u>227</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
32	G	1240	910	590	2,1	91	19	725	145	410	62	8,1	0,17	0,0143	0,8	582	211	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
33	G	1230	910	590	2,3	91	17	645	27	560	89	4,5	0,20	0,0126	1,5	448	193	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
34	G	1230	910	620	2,3	92	16	650	<u>13</u>	575	81	6,2	0,17	<u>0,0069</u>	<u>1,7</u>	<u>403</u>	<u>174</u>	○	○	×	-	×	Ejemplo comparativo
35	G	1230	910	620	2,3	92	13	700	118	455	59	5,8	0,17	0,0143	1,1	554	208	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
36	G	1240	900	630	2,3	91	20	690	27	<u>630</u>	<u>63*1)</u>	7,6	0,19	<u>0,0072</u>	1,8	<u>412</u>	<u>175</u>	○	○	×	-	×	Ejemplo comparativo
37	G	1230	920	630	2,1	91	16	675	85	460	71	6,4	0,18	0,0131	1,3	506	206	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
38	G	1230	900	630	2,1	91	19	680	145	405	54	6,8	0,18	0,0144	0,6	591	203	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
39	G	1230	890	620	2,5	92	21	715	37	575	78	6,5	0,19	0,0104	1,6	448	187	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
40	G	1230	900	630	2,3	91	22	700	46	<u>300</u>	<u>65*1)</u>	7,3	0,19	0,0117	1,6	<u>611</u>	<u>225</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
41	K	1240	880	640	2,3	92	14	675	55	530	75	9,3	0,17	0,0130	1,7	481	199	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
42	K	1240	910	640	2,3	92	15	655	79	555	35	8,7	0,17	0,0131	1,3	497	194	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
43	K	1230	910	640	2,1	90	22	705	69	535	70	<u>15,2</u>	0,18	0,0132	1,3	<u>632</u>	<u>235</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
44	K	1230	890	640	2,5	93	19	635	71	485	60	<u>0,3</u>	0,17	0,0133	1,4	<u>410</u>	<u>161</u>	○	○	×	-	×	Ejemplo comparativo
45	K	1260	930	640	2,1	91	18	715	103	545	47	4,6	0,18	0,0135	1,0	546	203	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
46	K	1230	890	505	2,5	92	15	700	92	550	46	8,4	0,18	0,0131	1,3	534	208	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
47	K	1230	880	540	2,3	92	20	670	108	495	46	3,2	0,18	0,0135	1,1	515	209	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
48	K	1230	890	560	2,1	91	14	705	107	535	45	10,4	0,17	0,0134	1,2	528	218	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
49	K	1230	900	590	2,1	91	19	645	25	545	<u>115</u>	4,1	0,18	0,0129	<u>2,6</u>	426	183	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
50	K	1230	900	590	2,3	92	13	640	42	535	71	7,0	0,17	0,0133	1,2	514	207	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
51	K	1230	910	630	2,1	91	22	720	23	575	85	7,0	0,18	0,0112	1,3	455	196	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
52	K	1230	910	630	2,1	91	16	690	71	490	79	1,3	0,19	0,0133	1,0	481	184	○	○	○	○	○	Ejemplo inventivo
53	K	1230	910	640	2,1	91	18	710	70	540	69	<u>13,4</u>	0,16	0,0132	1,1	<u>624</u>	<u>229</u>	×	×	×	-	×	Ejemplo comparativo
54	K	1230	900	610	2,1	91	24	690	57	525	<u>12</u>	6,8	0,18	0,0119	1,1	<u>615</u>	<u>226</u>	×	×	-	-	×	Ejemplo comparativo
55	S	1230	920	640	2,1	91	18	675	105	550	43	6,2	0,18	<u>0,0074</u>	0,8	<u>403</u>	<u>168</u>	○	○	×	-	×	Ejemplo comparativo
56	S	1230	920	640	2,1	91	20	705	117	530	43	<u>0,2</u>	0,19	<u>0,0079</u>	0,9	<u>407</u>	<u>164</u>	○	○	×	-	×	Ejemplo comparativo

Partes subrayadas: por fuera del ámbito de la presente invención.

*1) Tiempo de retención a temperatura de interrupción del enfriamiento C

[0063]

Como se evidencia claramente de la Tabla 3, las hojas de acero como las Hojas de Acero n.º 27, 28, 30, 32, 33, 35, 37 a 39, 41, 42, 45 a 48, y 50 a 52, que constituyeron ejemplos inventivos, fueron tales que el tamaño de grano máximo de un carburo en una sección transversal en una dirección de laminación fue 2,0 μm o menos, el límite elástico en la dirección de laminación fue 420 MPa a 600 MPa, la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue 180 Hv a 220 Hv, y, por consiguiente, la conformabilidad de la tapa corona y la resistencia a la presión fueron ambas buenas.

[0064]

Por otro lado, se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 24, que constituía un ejemplo comparativo, fue tal que, puesto que la temperatura de bobinado era mayor que 670 °C, la cantidad de N total-(N como AlN) fue menor que 0,0090%; el límite elástico de la hoja de acero en la dirección de laminación fue menor que 420 MPa, la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue menor que 180 Hv, y el tamaño de grano máximo de un carburo en una sección transversal en una dirección de laminación fue mayor que 2,0 μm ; y, por consiguiente, las configuraciones de los corrugados de la tapa corona se tornaron desiguales

durante la conformación de la tapa corona, ocurrieron fallos de forma, la conformabilidad de la tapa corona fue insuficiente, y la resistencia a la presión fue escasa.

[0065]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 25 fue tal que, puesto que la velocidad de calentamiento promedio en un intervalo de temperatura A desde 500 °C a 600 °C fue menor que 10 °C/s, la cantidad de N total- (N como AlN) fue menor que 0,0090%, el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue menor que 420 MPa, la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue menor que 180 Hv, y la resistencia a la presión fue deficiente.

[0066]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 26 fue tal que, puesto que la temperatura de recocido fue menor que 620 °C, la hoja de acero fue dura debido a una estructura de recristalización incompleta; el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue mayor que 600 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue mayor que 220 Hv; y la conformabilidad de la tapa corona fue insuficiente, y la resistencia a la presión fue deficiente.

[0067]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 29 fue tal que, puesto que la temperatura de recocido fue mayor que 740 °C, el tamaño de grano máximo de un carburo en una sección transversal en una dirección de laminación fue mayor que 2,0 µm, las configuraciones de los corrugados se tornaron desiguales en la conformación de una tapa corona, y la resistencia a la presión fue insuficiente.

[0068]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 31 fue tal que, puesto que la velocidad de calentamiento promedio en un intervalo de temperatura A desde 500 °C a 600 °C fue mayor que 30 °C/s, la hoja de acero fue dura; el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue mayor que 600 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue mayor que 220 Hv; y la conformabilidad de la tapa corona fue deficiente, y la resistencia a la presión fue insuficiente.

[0069]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 34 fue tal que, puesto que la velocidad de enfriamiento promedio fue menor que 20 °C/s, aunque la temperatura de interrupción del enfriamiento C estuvo en un intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C, la cantidad de N

total-(N como AlN) fue menor que 0,0090%; el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue menor que 420 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue menor que 180 Hv; y la resistencia a la presión fue deficiente.

[0070]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 36 fue tal que, puesto que la temperatura de interrupción del enfriamiento fue mayor que 580 °C, la cantidad de N total-(N como AlN) fue menor que 0,0090%; el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue menor que 420 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue menor que 180 Hv; y la resistencia a la presión fue mala.

[0071]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 40 fue tal que, puesto que la temperatura de interrupción del enfriamiento fue menor que 400 °C, la hoja de acero era dura; el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue mayor que 600 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue mayor que 220 Hv; la conformabilidad de la tapa corona fue

escasa, y la resistencia a la presión fue mala. Dicho sea de paso, en la Tabla 3, el tiempo de retención de cada una de las hojas de acero como las Hojas de Acero n.º 36 y 40 en un intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C representa el tiempo de retención a la temperatura de interrupción del enfriamiento C.

[0072]

Se evidenció claramente que las hojas de acero como las Hojas de Acero n.º 43 y 53 fueron tales que, puesto que la razón de reducción de laminación durante la laminación en frío secundaria fue mayor que 12%, el límite elástico de la hojas de acero en su dirección de laminación fue mayor que 600 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue mayor que 220 Hv; la conformabilidad de la tapa corona fue mala, y la resistencia a la presión fue deficiente.

[0073]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 44 fue tal que, puesto que razón de reducción de laminación durante laminación en frío secundaria fue menor que 1,0%, el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue menor que 420 MPa, la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue menor

que 180 Hv, y la resistencia a la presión fue baja.

[0074]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 49 fue tal que, puesto que el tiempo de retención en un intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C fue superior a 90 segundos, aunque la temperatura de interrupción del enfriamiento C se situó en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C, el tamaño de grano máximo de un carburo en una sección transversal en una dirección de laminación fue mayor que 2,0 μm ; las configuraciones de los corrugados se tornaron desiguales durante la conformación de la tapa corona, y la resistencia a la presión fue escasa.

[0075]

Se evidenció claramente que una hoja de acero como la Hoja de Acero n.º 54 fue tal que, puesto que el tiempo de retención en un intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C fue menor que 30 segundos, aunque la temperatura de interrupción del enfriamiento C se situó en el intervalo de temperatura de 400 °C a 580 °C, la hoja de acero fue dura, el límite elástico de la hoja de acero en su dirección de laminación fue mayor que 600 MPa, la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona, luego de la conformación de la tapa corona, fue mayor que 220 Hv; la conformabilidad de la tapa corona fue escasa, y la resistencia a la presión fue deficiente.

[0076]

Se evidenció claramente que las hojas de acero como las Hojas de Acero n.º 55 y 56 fueron tales que, puesto que el contenido de Al fue mayor que 0,06%, el N total-(N como AlN) fue menor que 0,0090%; el límite elástico de la hojas de acero en la dirección de laminación fue menor que 420 MPa, y la dureza medida en sección transversal de una porción lateral de una tapa corona luego de la conformación de la tapa corona fue menor que 180 Hv; y la resistencia a la presión fue insuficiente.

Listado de Símbolos de Referencia

[0077]

- 1 Superficie superior de la tapa corona
- 2 Corrugados