

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 798**

51 Int. Cl.:

C21D 9/48 (2006.01)
C23C 2/02 (2006.01)
C23C 2/12 (2006.01)
C23C 2/28 (2006.01)
C21D 9/56 (2006.01)
C21D 9/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2015 E 15170407 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 2955238**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un acero para envases aluminizado**

30 Prioridad:

13.06.2014 DE 102014108335

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

17.04.2019

73 Titular/es:

THYSSENKRUPP AG (50.0%)
ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen, DE y
THYSSENKRUPP RASSELSTEIN GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

GADE, DIRK;
SAUER, REINER;
KAUP, BURKHARD y
KÖHL, MANUEL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 709 798 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de un acero para envases aluminizado

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un acero para envases aluminizado a partir de una chapa de acero laminada en frío de un acero no aleado o de baja aleación.

La chapa de acero revestida de aluminio (aluminizada) se conoce desde hace mucho tiempo y se fabrica por ejemplo mediante la aplicación de aluminio líquido en un procedimiento de inmersión en caliente (conocido como aluminización en caliente) o también mediante laminado de una lámina de aluminio, mediante revestimiento mediante la aplicación de un precursor con contenido de aluminio, como por ejemplo un alquilo de aluminio. En el procedimiento conocido para la aluminización en caliente de chapas de acero, la chapa de acero se calienta normalmente en un horno, por ejemplo un horno de recocido continuo, y se sumerge entonces en un baño de aluminio fundido con una temperatura de baño en el rango de aproximadamente 620 °C. Mediante el uso de aluminio como metal de revestimiento sobre chapas y bandas de acero puede renunciarse por ejemplo, al más costoso y limitado en su existencia estaño como metal de revestimiento resistente a la corrosión.

Del documento US 3,820,368 se conoce por ejemplo un procedimiento para revestir una chapa de acero con aluminio en un procedimiento de inmersión en caliente, en cuanto que se sumerge una chapa de acero con una dureza Rockwell de 45 a 75 (en correspondencia con una resistencia a la tracción de aproximadamente 278 – 450 MPa) en un baño de aleación fundido, conteniendo el baño de aleación aluminio y más de un 3 % de silicio. El revestimiento producido mediante la inmersión en caliente de la chapa de acero consiste en una capa de aleación con al menos 5 µm de grosor y una capa de aluminio con al menos 5 µm de grosor, encontrándose el grosor total de la capa entre 8 y 25 µm. La chapa de acero aluminizada producida de esta manera puede usarse en un procedimiento de estirado para la fabricación de un cuerpo de lata para una lata de bebida de dos piezas.

Se plantean cada vez más requisitos en lo que a las propiedades de materiales metálicos para la fabricación de envases se refiere, en particular en lo referente a su ductilidad y su resistencia. Las chapas de acero usadas en el procedimiento del documento US 3,820,368 con una dureza Rockwell (H_RB) de 45 a 75 no cumplen en muchas aplicaciones los requisitos de resistencia y alargamiento de rotura de aceros para envases.

Del documento WO 2004/104254 se conoce un procedimiento para el revestimiento de una chapa de acero de fase dual con aluminio en un procedimiento de inmersión, recociéndose una chapa de acero laminada en frío primeramente por recristalización y enfriándose a continuación con una velocidad de enfriamiento de más de 2 °C/s a una temperatura que se corresponde con la temperatura del baño de inmersión de aluminio, la cual se encuentra entre 650 – 720 °C. Tras la aplicación de la capa de aluminio en el baño de inmersión de aluminio se enfría la chapa de aluminio aluminizada por su parte con una velocidad de enfriamiento de más de 2 °C/s a temperatura ambiente. En este caso se forma en la chapa de acero una microestructura de ferrita y martensita.

Es tarea de la presente invención la puesta a disposición de un acero para envases libre de estaño, que en lo que se refiere a su estabilidad a la corrosión, resistencia y ductilidad puede compararse con las hojalatas del estado de la técnica usadas con gran variedad para fines de envasado. El acero para envases deseado ha de presentar además de ello, además de una alta resistencia a la corrosión y de una alta resistencia, buenas propiedades de ductilidad en particular para la embutición y el estirado, para adecuarse por ejemplo para la fabricación de latas para alimentos y bebidas de dos piezas. La superficie del acero para envases ha de ser además de ello lo más uniforme posible y presentar una apariencia atractiva. En la embutición y el estirado del acero para envases, por ejemplo en la fabricación de latas, ha de garantizarse además de ello una abrasión de material lo más reducida posible. El acero para envases ha de presentar además de ello buenas propiedades de deslizamiento al conformarse mediante procedimiento de embutición y estirado, y garantizar una buena adherencia de revestimientos orgánico, como por ejemplo de PP o PET, o barnices orgánicos.

Estas tareas se solucionan con el procedimiento con las características de la reivindicación 1. De las reivindicaciones dependientes se desprenden ejemplos de realización preferentes del procedimiento.

En el procedimiento según la invención una chapa de acero laminada en frío, de un acero no aleado o de baja aleación y en particular con bajo contenido de carbono, que presenta de manera preferente un contenido de carbono de 0,01 – 0,1 % en peso, en primer lugar en un primer paso se provee de un revestimiento de silicato, tras ello se recuece por recristalización, en cuanto que la chapa de acero se calienta mediante inducción electromagnética a temperaturas en el intervalo de recristalización del acero y de manera preferente a temperaturas por encima de la temperatura Ac₁, en particular en el intervalo de temperaturas de 700 °C - 850 °C, con una velocidad de calentamiento de más de 75 K/s. Tras ello la chapa de acero se sumerge en un segundo paso en el estado aún calentado en un baño de aluminio fundido para aplicar mediante procedimiento de inmersión en caliente una capa de aluminio sobre la chapa de acero, presentando la chapa de acero en la inmersión en el baño de aluminio una temperatura de al menos 700 °C. La chapa de acero se extrae entonces en un tercer paso del baño de aluminio y se temple con una velocidad de enfriamiento de al menos 100 K/s, en cuanto que la chapa de acero se introduce por ejemplo en un baño de enfriamiento.

Mediante el tratamiento térmico de la chapa de acero y en particular el recocido por recristalización mediante inducción electromagnética con una muy alta velocidad de calentamiento de más de 75 K/s y preferentemente a temperaturas de por encima de la temperatura Ac1, así como el templado posterior de la chapa de acero aluminizada con una velocidad de enfriamiento muy alta de al menos 100 K/s, se forma en la chapa de acero una estructura de varias fases, la cual comprende ferrita y al menos uno de los componentes de estructura martensita, bainita y/o austenita residual. La estructura de varias fases consiste de manera preferente en más del 80 % y de manera particularmente preferente en al menos el 95 % en los componentes de estructura ferrita, martensita, bainita y/o austenita residual. Una chapa de acero de este tipo con una estructura de varias fases se caracteriza por una alta resistencia a la tracción de al menos 500 MPa y preferentemente de más de 650 MPa, así como por un alto alargamiento de rotura de más del 5 % y preferentemente de más del 10 %. La chapa de acero aluminizada se adecua debido a la alta resistencia y alargamiento de rotura de manera excelente para la fabricación de envases, por ejemplo mediante embutición y estirado u otras técnicas de conformación adecuadas.

En la inmersión en caliente de la chapa de acero se forma en la zona límite entre la superficie de chapa de acero y la capa de aluminio aplicada mediante la inmersión en caliente, una capa intermedia de aleación, la cual está formada por una capa de hierro-aluminio-silicio ternaria. Esta capa de aleación garantiza una alta adherencia de la capa de aluminio a la chapa de acero. Para mejorar la adherencia de la capa de aluminio a la chapa de acero se añade al baño de aluminio fundido de manera conveniente silicio, en particular una proporción de aproximadamente un 10 % en peso. De manera preferente se usa sin embargo un baño de aluminio con aluminio puro para la inmersión en caliente de la chapa de acero, presentando el contenido de aluminio del baño de aluminio puro al menos un 98 % en peso y preferentemente más del 99 % en peso y en particular aproximadamente un 99,5 % en peso. Según la invención se aplica sobre la superficie de la chapa de acero antes del recocido por recristalización una capa de silicato para garantizar una buena adherencia y un grosor de capa de aleación limitado, de la capa de aluminio a aplicar a continuación en el procedimiento de inmersión en caliente sobre la superficie de la chapa de acero. De manera conveniente la aplicación de la capa de silicato sobre la superficie de la chapa de acero se produce en un paso de limpieza, el cual se lleva a cabo antes del recocido por recristalización de la chapa de acero, en cuanto que la chapa de acero se introduce en un baño de limpieza con contenido de silicato.

El grosor de la capa de aluminio aplicada sobre la chapa de acero en el procedimiento de inmersión en caliente se ajusta en el procedimiento mediante una boquilla de barrido con gas, con la cual se barre tras la extracción de la chapa de acero del baño de aluminio, aluminio excedente y aún fundido, de la superficie, y en particular se elimina mediante soplado con un flujo de gas. Tras el barrido de material de revestimiento excedente se introduce la chapa de acero aluminizada para el templado en un baño de enfriamiento con un líquido de templado frío. El baño de enfriamiento está formado convenientemente por un tanque lleno de agua. En este caso pueden alcanzarse velocidades de enfriamiento de más de 400 K/s. También es posible un enfriamiento mediante chorro de gas con velocidades de enfriamiento de hasta 300 K/s. El grosor de la capa de aluminio aplicada sobre la chapa de acero en el procedimiento de inmersión en caliente puede ajustarse de esta manera a grosores de capa en el intervalo de 1 – 15 µm y preferentemente entre 1 y 10 µm.

Para evitar oxidaciones en la superficie de la chapa de acero o del revestimiento de aluminio aplicado, la introducción de la chapa de acero calentada en el baño de aluminio y la extracción del baño de aluminio se producen en una atmósfera inerte reductora, por ejemplo en una atmósfera de gas de protección. Para ello el baño de aluminio está dispuesto de manera conveniente en una cámara inerte con una atmósfera de gas de protección y la chapa de acero calcinada por recristalización se lleva desde un horno de calcinado, en particular un horno de recocido continuo (horno D, del alemán *Durchlaufglühofen*), el cual tiene también una atmósfera inerte, directamente a la cámara inerte y allí al baño de aluminio fundido. También tras la extracción de la chapa de acero del baño de aluminio se mantiene la chapa de acero hasta la introducción en el tanque de templado, en una atmósfera inerte para evitar la formación de óxidos en la superficie del revestimiento de aluminio aplicado.

Tras templarse la chapa de acero aluminizada, ésta de manera conveniente se corrige mediante laminación o se lamina posteriormente, pudiendo alcanzarse en la corrección mediante laminación preferentemente un grado de corrección de 0,5 – 2 % y con la laminación posterior un grado de laminación posterior de más del 2 % y de hasta el 50 %. Con corrección mediante laminación (o laminado de corrección) se entiende en este caso un tratamiento mediante presión de la superficie revestida de aluminio de la chapa de acero mediante cilindros o rodillos, los cuales se presionan contra la superficie del revestimiento de aluminio, produciéndose en la corrección mediante laminación solo una reducción de grosor insignificante de la chapa de acero de como máximo un 2 %. Con laminación posterior se entiende frente a ello un tratamiento mediante presión de la superficie revestida de aluminio de la chapa de acero mediante cilindros o rodillos, en el cual (de manera complementaria al laminado en frío llevado a cabo antes del revestimiento) se logra una reducción de grosor esencial de la chapa de acero, que es de al menos más del 2 % y puede ser de hasta el 50 %. En este caso es posible llevar a cabo tras el revestimiento de la chapa de acero con aluminio y el templado, o bien solo una corrección mediante laminación (laminado de corrección) o solo una laminación posterior o también en primer lugar en un laminador una laminación posterior con grados de laminación posterior en el intervalo de 3 – 50 % y a continuación una corrección mediante laminación con un rodillo de corrección mediante laminación más fino. Mediante la corrección por laminación o el laminado posterior de la superficie revestida de aluminio de la chapa de acero se nivelan estructuras de aluminio en la superficie del

revestimiento y se eliminan óxidos de aluminio que estorban. Además de ello se produce mediante la corrección por laminación o el laminado posterior una superficie brillante del revestimiento de aluminio, que es de gran importancia en particular para el uso previsto de las chapas producidas según la invención para la fabricación de envases en el ámbito de la alimentación, dado que allí se desea un alto brillo de la superficie del material de envasado. En comparación con hojalatas conocidas, la superficie de la chapa de acero aluminizada resulta debido a la claridad del revestimiento de aluminio, más atractiva que la superficie de estaño (más oscura) de una hojalata. La corrección mediante laminación o el laminado posterior dan lugar además de ello a una superficie de estructura fina del revestimiento de aluminio con una naturaleza uniforme, la cual garantiza una buena humectabilidad de materiales lubricantes y barnices.

Mediante la corrección por laminación o el laminado posterior se eliminan en particular en la superficie del revestimiento de aluminio irregularidades en el aluminio u óxidos de aluminio que estorban, que pueden molestar en caso de un barnizado o revestimiento de la superficie y pueden conducir a defectos de revestimiento o del barnizado. Las chapas de acero aluminizadas producidas según la invención se adecuan por lo tanto también muy bien para un posterior barnizado, en particular con barnices orgánicos, o para la aplicación de un revestimiento orgánico, por ejemplo de PP o PET. Ha podido verse además de ello que mediante la corrección mediante laminación o laminado posterior de la chapa de acero aluminizada, la superficie del revestimiento de aluminio se nivela y se compacta, de lo cual resulta una tendencia menor de la superficie a la aparición de óxidos no deseados.

En un ejemplo de realización conveniente del procedimiento según la invención la chapa de acero aluminizada se somete tras el templado a un paso de corrección mediante laminación, en el cual se corrige mediante laminación la superficie de la chapa de acero aluminizada mediante rodillos de corrección mediante laminación finos. Ha podido verse que mediante el paso de corrección mediante laminación puede aumentarse de manera notable la resistencia de la chapa de acero aluminizada, en particular a valores de 600 MPa a 1000 MPa. En este caso es posible también laminar la chapa de acero aluminizada en primer lugar en un paso de laminado posterior, en el cual se produce de manera conveniente una reducción de grosor de la chapa de acero aluminizada a grados de laminación posterior de 4 % a 45 % y llevar a cabo tras este paso de laminado posterior una corrección mediante laminación mediante rodillos de corrección mediante laminación más finos.

El procedimiento según la invención resulta respetuoso con los recursos, dado que la chapa de acero recocida por recristalización se introduce directamente tras el recocido por recristalización, preferentemente en una cámara inerte, en el baño de aluminio fundido, sin que antes del revestimiento de la chapa de acero mediante la inmersión en caliente en el baño de aluminio sea necesaria una limpieza de la superficie de chapa de acero mediante lavado y pavonado. En procedimientos conocidos para el revestimiento de chapas de acero con un revestimiento metálico, por ejemplo, en procedimientos de estañado electrolítico de chapa de acero, se produce tras el recocido de recristalización a menudo en primer lugar para la mejora del comportamiento de conformación, una laminación posterior, en cuyo caso la superficie de la chapa de acero se contamina y para eliminar la contaminación se lleva a cabo un lavado y pavonado, antes de que la chapa de acero pueda revestirse en un proceso de revestimiento (por ejemplo galvánicamente o mediante inmersión en caliente) de un revestimiento metálico. En el procedimiento según la invención puede renunciarse a este paso de limpieza antes del revestimiento con aluminio, dado que se produce un eventualmente laminado posterior o corrección mediante laminación de la chapa de acero solo tras el revestimiento con aluminio.

La realización de procedimiento según la invención es ventajosa también desde puntos de vista energéticos, dado que el calor residual de la chapa de acero recocida por recristalización puede aprovecharse en el posterior paso de revestimiento al sumergirse la chapa de acero en el baño de aluminio fundido. La banda de acero recocida por recristalización se introduce en estado aún caliente a temperaturas de la chapa de acero de al menos 700 °C en el baño de aluminio caliente, que mediante la introducción de la chapa de acero caliente puede mantenerse al menos en temperaturas de por encima de la temperatura de fusión del aluminio (660 °C) y de manera preferente en un rango de temperatura de alrededor de 750 °C.

Ésta y otras ventajas del procedimiento según la invención y de la chapa de acero producida según la invención resultan del siguiente ejemplo de realización descrito con mayor detalle en relación con el dibujo que acompaña. El dibujo de la **figura 1** muestra en este caso una representación esquemática de un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento según la invención.

Un material de partida adecuado para el procedimiento según la invención es una chapa de acero laminada en caliente y no aleada o de baja aleación con un contenido de carbono bajo de preferentemente menos de 0,1 % en peso y en particular de entre 20 y 900 ppm de carbono. Los componentes de aleación del acero satisfacen de manera conveniente lo previsto en el estándar internacional ASTM A 623-11 (*Standard Specification for Tin Mill Products*) debido a lo cual se asegura un uso de las chapas producidas según la invención para la fabricación de envases para alimentos.

Básicamente pueden usarse para el procedimiento según la invención todos los tipos de acero que presenten una composición adecuada para la fabricación de chapas finas o muy finas. Como particularmente adecuados han resultado debido a motivos de costes los tipos de acero no aleados o de baja aleación, los cuales además de una

proporción de carbono baja, presentan también componentes de aleación en concentraciones bajas. Mediante el tratamiento térmico según la invención pueden producirse también a partir de estos tipos de acero chapas de acero con una estructura de varias fases, que se caracterizan por una alta resistencia y alargamiento de rotura.

- 5 El acero usado para la fabricación de la chapa de acero según la invención presenta de manera conveniente menos de un 0,5 % en peso y preferentemente menos de un 0,4 % en peso de manganeso, menos de un 0,04 % en peso de silicio, menos de un 0,1 % en peso de aluminio y menos de un 0,1 % en peso de cromo. El acero puede contener aditivos de aleación de boro y/o de niobio y/o de titanio para aumentar la resistencia, encontrándose la adición de aleación de boro convenientemente en el intervalo de 0,001 – 0,005 % en peso y la adición de aleación de niobio o
10 de titanio en el intervalo de 0,005 – 0,05 % en peso. De manera preferente se usan en este caso sin embargo, proporciones de peso para Nb < 0,03 %.

- Para la fabricación de ejemplos de realización de la chapa de acero según la invención para el uso como acero para envases pueden usarse por ejemplo bandas de acero fabricadas mediante colada continua y laminadas en caliente,
15 así como bobinadas sobre bobinas, de aceros de contenido bajo de carbono con los siguientes límites superiores (respectivamente en % en peso) para las proporciones de los componentes de aleación:

	- C:	máx. 0,1%;
	- N:	máx. 0,02 %;
20	- Mn:	máx. 0,5 %, preferentemente menos de un 0,4 %;
	- Si:	máx. 0,04 %, preferentemente menos de un 0,02 %;
	- Al:	máx. 0,1 %, preferentemente menos de un 0,05 %;
	- Cr:	máx. 0,1 %, preferentemente menos de un 0,05 %;
	- P:	máx. 0,03 %;
25	- Cu:	máx. 0,1 %;
	- Ni:	máx. 0,1 %;
	- Sn:	máx. 0,04 %;
	- Mo:	máx. 0,04 %;
	- V:	máx. 0,04 %;
30	- Ti:	máx. 0,05 %, preferentemente menos de un 0,02 %;
	- Nb:	máx. 0,05 %, preferentemente menos de un 0,02 %;
	- B:	máx. 0,005 %
	- y otros componentes de aleación y impurezas:	máx. 0,05 %,
35	- Resto hierro.	

- Ha podido comprobarse que puede renunciarse a la adición de aleación de componentes de aleación, los cuales están contenidos normalmente en aceros de fase dual, como por ejemplo la adición de aleación de manganeso (la cual tiene normalmente en los aceros de fase dual conocidos una proporción en peso de 0,8 – 2,0 %), de silicio (que tiene normalmente en los aceros de fase dual conocidos una proporción en peso de 0,1 – 0,5 % en peso) y de
40 aluminio (que se alea en los aceros de fase dual conocidos con una proporción en peso de hasta 0,2 %), cuando una chapa de acero laminada en frío con un contenido de carbono de menos de 0,1 % en peso, en primer lugar se recuece con una velocidad de calentamiento de más de 75 K/s mediante inducción electromagnética por recristalización (por ejemplo, de manera austenítica) y posteriormente se temple con una velocidad de enfriamiento alta de al menos 100 K/s y convenientemente de más de 400 K/s.

- La banda de acero 1 laminada en caliente se mueve en el dispositivo representado esquemáticamente en la figura 1 mediante la realización de procedimiento según la invención como banda continua desde una instalación de transporte (no representada en este caso) con una velocidad de transporte de preferentemente más de 200 m/min y de hasta 750 m/min de manera continua y en primer lugar se limpia en un paso de tratamiento previo mediante pavonado, enjuague y secado y a continuación se lamina en frío en una instalación de laminado en frío (no representada en este caso). En el paso de laminado en frío se reduce el grosor de la banda de acero a valores de menos de 1,0 mm (chapa fina) o en el intervalo de 0,05 a 0,5 mm (chapa muy fina).
45

- Tras el laminado en frío se guía la banda de acero en un paso de tratamiento previo a través de un baño de limpieza. De manera conveniente el baño de limpieza contiene un silicato para proveer la superficie de la banda de acero en el paso de tratamiento previo de una capa de silicato. Una composición adecuada del baño de limpieza contiene por ejemplo sosa cáustica en una concentración de aproximadamente 20 g/l, silicio en una concentración de 3 – 10 g/l, así como adicionalmente un agente humectante. La capa de silicato aplicada de esta manera contiene de manera preferente una capa de silicio de 3 – 10 mg/m² (proporción de silicio). La capa de silicato puede aplicarse
60 también en un paso de procedimiento separado, la aplicación de la capa de silicato en un paso de tratamiento previo, en el cual la chapa de acero también se limpia, resulta sin embargo ventajosa debido a motivos de eficiencia.

- Tras el laminado en frío y la limpieza se guía la banda de acero 1 limpia, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 1, con la velocidad de transporte a través de un horno 2, en particular por un horno de recocido continuo con una calefacción de inducción. En el horno 2 hay dispuesto un dispositivo de calentamiento 4, en particular una calefacción de inducción con bobinas de inducción. En el dispositivo de calentamiento 4 se calienta la banda de
65

acero, preferentemente en una atmósfera de gas de protección inerte, de forma inductiva con una velocidad de calentamiento de más de 75 K/s a temperaturas en el intervalo de recristalización del acero usado y en particular en el intervalo de 700 °C a 850 °C y preferentemente a aproximadamente 750 °C, para recocer por recristalización la banda de acero 1 laminada en frío. En relación con el templado de la chapa de acero que le sigue, puede configurarse mediante el recocido de recristalización una estructura de varias fases en el acero, que conduce a altas resistencias y a un alto alargamiento de rotura.

Al horno 2 se une aguas abajo una cámara inerte 3. La cámara inerte 3 está llena de un gas inerte reductor, por ejemplo un gas de protección como el nitrógeno, el argón o HN_x . En la cámara inerte 3 hay dispuesto un tanque 5, el cual está lleno de un baño de aluminio fundido. El baño de aluminio fundido presenta al menos una temperatura por encima de la temperatura de fusión del aluminio (660 °C) y preferentemente una temperatura de más de 700 °C. El mantenimiento de temperaturas de baño preferentes del baño de aluminio de más de 700 °C y de manera particularmente preferente de aproximadamente 750 °C es en este caso útil para la configuración deseada de una estructura de varias fases en la chapa de acero. En el caso del baño de aluminio se trata en un ejemplo de realización de la invención de un baño con aluminio puro fundido, siendo el contenido de aluminio de al menos un 98 y preferentemente de más de 99 %. En un ejemplo de realización preferente el contenido de aluminio del baño de aluminio se encuentra en aproximadamente un 99,5 %.

En un ejemplo de realización alternativo puede tratarse en el caso del baño de aluminio fundido también de una aleación de aluminio, la cual contiene además del componente principal aluminio también una proporción de silicio en el intervalo de 5 a 13 % y preferentemente de 9 a 11 % y eventualmente otras proporciones. En una variante de realización preferente el baño de aluminio contiene 10 % de silicio, 3 % de hierro y el resto consiste en aluminio. También es posible en este caso la adición de otros componentes de aleación, como por ejemplo, magnesio, con una proporción en peso de 0,2 – 6 %.

Aguas abajo del tanque 5 lleno del baño de aluminio fundido hay dispuesta una boquilla de barrido con gas 6. Con la boquilla de barrido con gas 6 se barre aluminio aún fundido y excedente de la superficie de la chapa de acero 1 y en particular se elimina mediante soplado con un flujo de gas. Mediante la boquilla de barrido con gas 6 puede ajustarse el grosor de recubrimiento del revestimiento de aluminio a valores deseados en el intervalo de 1 a 15 μm . Esto se produce de manera conveniente mediante soplado regulado en presión de un gas inerte, como por ejemplo nitrógeno, sobre ambos lados de la banda de acero 1 revestida de aluminio, por la totalidad de la anchura de la banda, debido a lo cual se barre aluminio excedente. Un circuito de regulación cerrado garantiza en este caso una disposición de aluminio uniforme por la totalidad de la anchura de la banda y de la longitud de la banda. En este caso puede ajustarse también una disposición de aluminio diferente sobre ambos lados de la banda de acero 1 (con una disposición diferente).

La banda de acero 1 que sale del horno 2 se guía en primer lugar a la cámara inerte 3 y se conduce allí mediante desvío alrededor de un rodillo de desvío U al tanque 5 con el baño de aluminio y se extrae de nuevo del baño de aluminio. Tras desviarse la banda de acero 1 alrededor de un rodillo de desvío U se guía entonces la chapa de acero 1 revestida de aluminio a un tanque de templado 7 lleno de un fluido de enfriamiento, en particular un líquido para templado como agua. Debido a ello la banda de acero 1 se enfría con velocidades de templado altas de preferentemente más de 400 K/s a temperatura ambiente. El enfriamiento de la banda de acero puede producirse también mediante un flujo de gas.

Aguas abajo del tanque de templado 7 la banda de acero 1 enfriada pasa a través de un par de rodillos de rodillos escurridores 8, los cuales escurren el líquido de templado adherido de la superficie de la banda de acero 1 revestida de aluminio. Tras el escurrido del líquido de templado puede producirse en caso de necesidad un secado. Tras un desvío adicional alrededor de un rodillo de desvío U se guía la banda de acero 1 aluminizada y enfriada a una estructura de corrección mediante laminación o un dispositivo de laminado posterior 9. En la estructura de corrección mediante laminación o el dispositivo de laminado posterior 9 se corrige mediante laminación o se lamina posteriormente la superficie revestida de aluminio de la banda de acero 1, pudiendo lograrse en la corrección mediante laminación de manera preferente un grado de corrección mediante laminación de 0,5 a 2 % y en un laminado posterior un grado de laminado posterior de más de 2 % y de hasta 50 %. En este caso no es necesario disponer las estructuras para la laminación o para la corrección por laminación en una línea con el revestimiento de aluminio, es decir, el dispositivo de laminado posterior o las estructuras de corrección mediante laminación pueden estar contruidos también de manera correspondiente por separado de la instalación para el revestimiento mediante inmersión de la chapa de acero.

Por medio de la corrección mediante laminación o laminado posterior se eliminan óxidos de aluminio en el revestimiento de aluminio. Para evitar una nueva oxidación del revestimiento de aluminio tras la corrección mediante laminación o el laminado posterior puede producirse de manera conveniente una pasivación de la superficie revestida de aluminio de la banda de acero. Una superficie en la medida de lo posible libre de óxido de la banda de acero aluminizada garantiza buenas propiedades de deslizamiento al conformar, por ejemplo en el procedimiento de embutición o de estirado, debido a lo cual en este caso puede mantenerse bajo el uso requerido de agentes lubricantes.

En comparación con las hojalatas con una superficie estañada la banda de acero aluminizada según la invención presenta sin embargo propiedades de deslizamiento reducidas. Para la mejora de las propiedades de deslizamiento de la chapa de acero aluminizada en el posterior procedimiento de procesamiento es necesario por lo tanto normalmente el uso de agentes lubricantes, como por ejemplo DOS (dioctilsebacato).

5 La abrasión de aluminio que aparece habitualmente en el posterior procedimiento de conformación, que se da por ejemplo en la fabricación de latas de chapa de acero aluminizada en procedimientos de embutición y de estirado, puede minimizarse en el caso de la chapa de acero según la invención, en cuanto que en un paso de corrección mediante laminación final se produce una corrección de brillo mediante laminación en seco de la superficie revestida
10 de aluminio, debido a lo cual puede lograrse una alta compactación del revestimiento de aluminio, que minimiza la abrasión de aluminio en procedimientos de conformación.

En el paso de la banda de acero 1 calentada y recocida por recristalización en el horno 2, del horno 2 al baño de aluminio (tanque 5) se mantiene la banda de acero 1 preferentemente en una atmósfera de gas de protección inerte,
15 sin que la superficie de la banda de acero 1 calentada entre en contacto con el oxígeno del aire. Al introducirse la banda de acero 1 en el baño de aluminio fundido, la banda de acero presenta una temperatura de más de 700 °C.

También en el paso del baño de aluminio fundido al tanque de templado 7 se guía la banda de acero 1 provista entonces del revestimiento de aluminio en la atmósfera de gas de protección a la cámara inerte 3, sin que el revestimiento de acero (parcialmente aún fundido) pueda entrar en contacto con oxígeno del aire. Debido a ello se evita tanto una oxidación de la superficie de banda de acero aún sin revestir y limpia, como también del
20 revestimiento de aluminio aplicado en el baño de aluminio.

Las chapas de acero aluminizadas producidas según la invención muestran excelentes propiedades de conformación, por ejemplo en procedimiento de embutición y de estirado, para la fabricación de latas para alimentos
25 y bebidas de dos piezas o de tapas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un acero para envases aluminizado a partir de una chapa de acero laminada en frío de un acero no aleado o de baja aleación, con los siguientes pasos:

- aplicar una capa de silicato sobre la chapa de acero o hacer pasar la chapa de acero a través de un baño de limpieza, en el cual se aplica una capa de silicato sobre la chapa de acero,
- calentar la chapa de acero revestida con la capa de silicato mediante inducción electromagnética a temperaturas en el intervalo de recristalización del acero a una velocidad de calentamiento de más de 75 K/s, para recocer la chapa de acero por recristalización,
- sumergir la chapa de acero recocida por recristalización en un baño de aluminio fundido, para aplicar una capa de aluminio sobre la chapa de acero, presentando la chapa de acero al sumergirse en el baño de aluminio, una temperatura de al menos 700 °C,
- sacar la chapa de acero del baño de aluminio y enfriar la chapa de aluminio aluminizada a una velocidad de enfriamiento de 100 K/s.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** durante el enfriamiento de la chapa de acero aluminizada se configura en el acero una estructura de varias fases, la cual comprende ferrita y al menos uno de los componentes de estructura martensita, bainita y/o austenita residual, consistiendo la estructura de varias fases de manera preferente en más del 80 % y de manera particularmente preferente en al menos un 95 %, en los componentes de estructura ferrita, martensita, bainita y/o austenita residual.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la chapa de acero tras la extracción del baño de aluminio se sumerge en un líquido de templado o se enfría con un flujo de gas, siendo la velocidad de enfriamiento, con la cual se enfría la chapa de acero tras la aplicación de la capa de aluminio, preferentemente superior a 400 K/s y de manera particularmente preferente superior a 500 K/s.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la chapa de acero está fabricada de un acero de baja aleación con una proporción de carbono del 0,01 al 0,1 % en peso y con los siguientes límites superiores para la proporción en peso de los componentes de aleación adicionales:

- N: máx. 0,02 %;
- Mn: máx. 0,4 %;
- Si: máx. 0,04 %;
- Al: máx. 0,1 %;
- Cr: máx. 0,1 %;
- P: máx. 0,03 %;
- Cu: máx. 0,1 %;
- Ni: máx. 0,1 %;
- Sn: máx. 0,04 %;
- Mo: máx. 0,04 %;
- V: máx. 0,04 %;
- Ti: máx. 0,05 %, preferentemente menos de un 0,02 %;
- Nb: máx. 0,05 %, preferentemente menos de un 0,02 %;
- B: máx. 0,005 %
- y otros componentes de aleación, incluidos impurezas: máx. 0,05 %,
- Resto hierro.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la chapa de acero en el recocido de recristalización se calienta de manera inductiva a temperaturas en el intervalo de 700 °C a 780 °C, preferentemente por encima de la temperatura Ac1 y en particular a de 740 °C a 760 °C.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el baño de aluminio fundido consiste en una aleación de aluminio con una proporción de silicio del 5 al 13 % y preferentemente del 9 al 11 % o al menos esencialmente en aluminio puro y contiene de manera preferente un contenido de aluminio de al menos un 98 y de manera particularmente preferente de al menos un 99 % en peso y en particular de un 99,5 % en peso.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la chapa de acero está fabricada de un acero de baja aleación con una proporción de carbono del 0,01 al 0,1 % en peso, una proporción de manganeso de menos del 0,5 % en peso, una proporción de silicio de menos del 0,04 % en peso, una proporción de aluminio de menos del 0,1 % en peso y una proporción de cromo de menos del 0,1 % en peso.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el grosor de la capa de aluminio aplicada (incluida una capa intermedia de aleación) es de entre 1 y 15 µm y preferentemente de entre 1 y 10 µm.

- 5 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** tras la extracción de la chapa de acero del baño de aluminio se elimina mediante barrido o mediante soplado aluminio excedente y aún fundido mediante una boquilla de barrido con gas, para ajustar el grosor de la capa de aluminio aplicada a un valor deseado y para hacerlo uniforme por la superficie de la chapa de acero.
- 10 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la chapa de acero tras el enfriamiento se corrige mediante laminación y/o se lamina posteriormente en frío, lográndose en el caso de la corrección mediante laminación de manera preferente un grado de corrección mediante laminación del 0,5 – 2 % y con la laminación posterior un grado de laminación posterior de más del 2 % y de hasta el 50 %.
- 15 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el recocido por recristalización, la aplicación de la capa de aluminio y el templado de la chapa de acero aluminizada se realizan en cada caso en una atmósfera reductora inerte, estando dispuestos de manera preferente el baño de aluminio fundido y un tanque de templado en una cámara inerte con una atmósfera de gas de protección y guiándose la chapa de acero tras el recocido por recristalización a la cámara inerte y conduciéndose allí al baño de aluminio fundido y extrayéndose tras ello del baño de aluminio y guiándose al tanque de templado.
- 20 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el caso de la chapa de acero se trata de una chapa fina o muy fina laminada en frío de un acero de baja aleación, que contiene boro y/o niobio y/o titanio.
- 25 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la chapa de acero presenta tras el enfriamiento una resistencia a la tracción de al menos 500 MPa, preferentemente de más de 650 MPa, y un alargamiento de rotura de más del 5 %, preferentemente de más del 10 %.
- 30 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el recocido por recristalización se produce en un intervalo de tiempo de 0,5 a 1,5 segundos, preferentemente de aproximadamente 1 segundo.
15. Uso de una chapa de acero aluminizada, que se ha producido con un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, como acero para envases, en particular para la fabricación de latas para alimentos, bebidas u otros productos de llenado, tales como productos químicos o biológicos, así como para la fabricación de latas de aerosol y cierres.

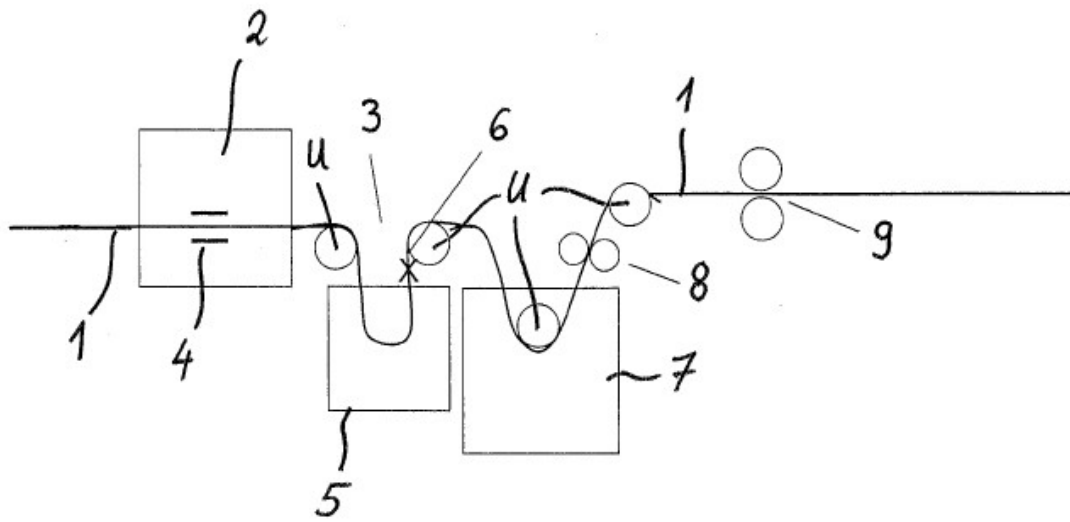


Fig. 1