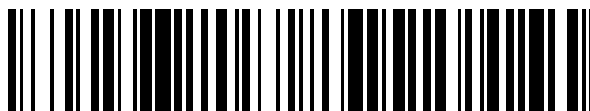


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 030**

51 Int. Cl.:

**C25D 5/10** (2006.01)

**C25D 5/36** (2006.01)

**C25D 5/50** (2006.01)

**C25D 7/06** (2006.01)

**B32B 15/01** (2006.01)

**C25D 5/48** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2014 E 14160952 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2808426**

54 Título: **Procedimiento para recubrir una chapa de acero con una capa de metal**

30 Prioridad:

**27.05.2013 DE 102013105392**

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

**27.04.2016**

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP RASSELSTEIN GMBH (100.0%)  
Koblenzer Strasse 141  
56626 Andernach, DE**

72 Inventor/es:

**OBERHOFFER, HELMUT, DR.;  
LIEBSCHER, BENJAMIN;  
SZESNI, ANIKA;  
SAUER, REINER, DR. y  
FRIEDRICH, KARL-ERNST**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 568 030 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 recubrir una chapa de acero con una capa de metal

5 La invención se refiere a un procedimiento para recubrir una chapa de acero con una capa de metal de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como a un dispositivo para llevar a cabo este procedimiento y chapa de acero provista de un revestimiento metálico de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación.

10 Por el estado de la técnica se sabe, en procedimientos para el revestimiento galvánico de bandas de acero con una capa de metal, conducir la banda de acero que se mueve con una velocidad de banda una tras otra a través de varios baños electrolíticos dispuestos uno tras otro, en los que sobre la banda de acero se deposita de manera electrolítica una capa de metal protectora frente a la corrosión. De este modo, se sabe, por ejemplo, en la producción de hojalata, conducir una banda de acero para el estañado electrolítico a través de varios tanques de estañado dispuestos uno tras otro en dirección de la marcha de banda, en los que está dispuesto en cada caso un ánodo de estaño, para revestir la banda de acero configurada como cátodo de manera electrolítica con una capa de estaño. Normalmente, la banda de acero atraviesa, a este respecto, secuencialmente de cinco a diez tanques de estañado de este tipo, depositándose en cada baño de estañado, por regla general, un recubrimiento de estaño de aproximadamente 0,1 a 0,7 g/m<sup>2</sup>. Esto permite, con una velocidad de banda lo más alta posible de hasta 700 m/min, ajustar en los baños de estañado individuales una densidad de corriente de menos de 25 A/dm<sup>2</sup>. En el caso de mayores densidades de corriente, existe el riesgo de un desprendimiento de calor demasiado intenso, que puede llevar a un empeoramiento de la calidad del estañado, cuando no se evacua el calor generado en los tanques de estañado.

25 Después de la deposición de la capa de estaño en un grosor necesario para conseguir una resistencia a la corrosión suficiente, que se encuentra entre 0,5 y 12 g/m<sup>2</sup>, se funde la capa de estaño depositada de manera galvánica mediante calentamiento de la banda de acero recubierta, para generar, por un lado, una capa de aleación delgada en la transición entre superficie de la banda de acero y la capa de estaño y, por otro lado, una superficie de estaño brillante. La fusión de la capa de estaño tiene lugar, a este respecto, habitualmente, por conducción en un horno de recocer o por inducción por medio de inducción electromagnética en un horno de inducción. Por el documento DE 10 30 2011 000 984 A1 se conoce también fundir un recubrimiento de estaño sobre una banda de acero mediante irradiación con una radiación electromagnética de alta densidad de potencia, para formar una capa de aleación delgada en la capa límite entre el recubrimiento de estaño y la banda de acero.

35 Por el documento US 4.726.208-A se conoce un procedimiento de varias etapas para el estañado de chapa de acero, aplicándose en una primera etapa un primer revestimiento delgado de estaño en un recubrimiento de 0,05 lb por caja de base sobre la superficie de la chapa de acero para la formación de un revestimiento flash de estaño y aleándose a continuación con el acero de la chapa de acero. Después se aplica en una segunda etapa en un lado de la chapa de acero una capa de estaño adicional con un recubrimiento de por lo menos 0,20 lb por caja de base sobre la capa de aleación, se funde superficialmente por medio de un calentamiento por inducción y, por último, se enfría bruscamente en un baño de enfriamiento brusco. Durante la fusión superficial del revestimiento de estaño aplicado en la segunda etapa se alean componentes aún no aleados del primer revestimiento de estaño (*flash coating*) con el acero de la chapa de acero.

45 Por el documento DE 1 496 835-A y el documento US 3.285.838-A se conocen además procedimientos para el estañado galvánico, de varias etapas, de una chapa de acero en un baño de galvanizado ácido, en el que sobre la chapa de acero se aplica en primer lugar un premetalizado delgado, que consiste en estaño (*flash coating*) y esta capa de premetalizado de estaño se licua a continuación mediante calentamiento de la chapa de acero. Después de la licuefacción de la capa de premetalizado se lleva a cabo una metalización de estaño adicional en un baño de galvanizado ácido adicional, para depositar una capa de estaño adicional sobre la capa de premetalizado. La capa de estaño adicional se licua a su vez mediante calentamiento de la chapa de acero. El peso de la capa de preestañado (capa de estaño del premetalizado) asciende, a este respecto, al menos a 22,7 gramos por superficie estándar ("*base box*"), lo que corresponde a un recubrimiento de revestimiento de la capa de preestañado de al menos 1,14 g/m<sup>2</sup>. Para licuar la capa de preestañado se calienta la chapa de acero hasta una temperatura entre 288 °C y 454 °C.

55 Por el documento US 3 062 726 se conoce otro procedimiento para el estañado de una chapa de acero, en el que en primer lugar se deposita una primera capa de estaño delgada sobre la chapa de acero y, a continuación, se funde mediante calentamiento de la chapa de acero hasta temperaturas por encima de la temperatura de fusión del estaño. Después se enfría bruscamente la chapa de acero revestida con la primera capa de estaño delgada y se trata con un baño decapante y, por último, se aplica sobre esta primera capa de estaño delgada una segunda capa de estaño. El grosor de la primera capa de estaño delgada corresponde a este respecto preferentemente a un recubrimiento de 18-27 gramos por superficie estándar ("*base box*"), de manera correspondiente a un recubrimiento de 0,9 g/m<sup>2</sup> a 1,35 g/m<sup>2</sup>.

65 Un procedimiento de revestimiento de varias etapas para el estañado de una chapa de acero se conoce también por el documento GB 448.288.

Los procedimientos de revestimiento conocidos por el estado de la técnica, en los que se aplica en primer lugar en una primera etapa un primer revestimiento metálico delgado (*flash coating*) sobre una chapa de acero, se funde el revestimiento metálico delgado a continuación y después se aplica por lo menos una capa de metal más gruesa, adicional, sobre la primera capa de metal, se caracterizan por una buena resistencia a la corrosión de la chapa de acero recubierta. No obstante, el procedimiento de producción mediante la etapa de procedimiento de la fusión de la primera capa de metal delgada es costoso y requiere alta energía, dado que, para la fusión de la primera capa de metal delgada debe calentarse toda la chapa de acero hasta temperaturas por encima de la temperatura de fusión del material de revestimiento de la capa de metal. Así mismo, es necesario un grosor total relativamente alto de la capa de metal aplicada para conseguir una buena resistencia a la corrosión de la chapa de acero recubierta.

A partir de esto, la invención se basa en el objetivo de mejorar la resistencia a la corrosión de una chapa de acero revestida con una capa de metal así como la eficiencia energética y de los recursos del procedimiento de revestimientos. Existe además el objetivo de proporcionar una chapa de acero revestida con una capa de metal de alta resistencia a la corrosión, que presente al mismo tiempo una buena soldabilidad y un buen comportamiento de estiraje y que sea adecuada para la producción de recipientes de envasado, en particular latas.

Estos objetivos se consiguen con el procedimiento con las características de la reivindicación 1 y el dispositivo con las características de la reivindicación 14 así como con una chapa de acero con las características de la reivindicación 15. Formas de realización preferidas del procedimiento de acuerdo con la invención se desprenden de las reivindicaciones dependientes.

En el procedimiento de acuerdo con la invención se aplica en primer lugar una primera capa de metal delgada como premetalizado sobre la chapa de acero, preferentemente por medio de deposición galvánica de una capa de metal delgada en un baño electrolítico. La capa de metal delgada del premetalizado se funde después, calentándose la chapa de acero provista del premetalizado hasta temperaturas por encima de la temperatura de fusión de la capa de metal. Después se aplica por lo menos una capa de metal adicional del mismo material que la capa de metal del premetalizado sobre el premetalizado. Esto tiene lugar preferentemente, así mismo, mediante deposición galvánica de la capa de metal adicional sobre la capa de metal del premetalizado. De acuerdo con la invención, el grosor de la capa de metal del premetalizado asciende como máximo a 200 mg/m<sup>2</sup> y es por lo tanto esencialmente más delgado que el grosor de las capas de premetalizado, que se conocen por las publicaciones mencionadas al principio del estado de la técnica. La capa de metal adicional, que se aplica en el procedimiento de acuerdo con la invención sobre la capa de metal fundida del premetalizado, es a este respecto normalmente más gruesa que la capa de metal delgada del premetalizado, por ejemplo, en un factor de aproximadamente 2 a 120 y preferentemente en un factor de 4 a 60.

La fusión de la capa de metal delgada del premetalizado tiene lugar, a diferencia de en los procedimientos conocidos por el estado de la técnica, por medio de irradiación de la capa de metal delgada con una radiación de alta densidad de energía, en concreto una radiación electromagnética, en particular una radiación láser, o un haz de electrones. La irradiación de la capa de metal tiene lugar a este respecto convenientemente mediante irradiación de un haz de rayos dirigido sobre la superficie de la capa de metal, pudiendo tratarse en el caso del haz de rayos o bien de una radiación electromagnética y en particular de una radiación láser o de un haz de electrones. Convenientemente, para la fusión de la capa de metal delgada del premetalizado se usa una fuente de radiación, por ejemplo un láser o un cañón de electrones, con el que se irradia en la capa de metal delgada del premetalizado una energía tan alta que el premetalizado se funde por completo a lo largo de todo su grosor de como máximo 200 mg/m<sup>2</sup> hasta la capa límite para dar la chapa de acero. De esta manera, se convierte la capa de metal delgada del premetalizado al menos esencialmente por completo en una capa de aleación, que consiste en átomos de hierro de la chapa de acero y átomos del metal de la capa de metal.

Mediante la fusión completa de la capa de metal delgada del premetalizado se forma en la capa límite entre la capa de metal delgada del premetalizado y la chapa de acero una capa de aleación, que consiste en átomos del metal de la capa de metal y de átomos de hierro de la chapa de acero. La capa de metal delgada del premetalizado se convierte mediante la fusión completa por medio de irradiación de la radiación electromagnética a este respecto al menos en su mayor parte por completo en una capa de aleación delgada, es decir, después de la fusión de la capa de metal delgada del premetalizado esta consiste al menos esencialmente en una aleación de átomos del metal de la capa de metal y átomos de hierro de la chapa de acero.

La densidad de energía introducida con la radiación en la capa de metal delgada del premetalizado así como el tiempo de irradiación se seleccionan a este respecto convenientemente de modo que la capa de metal delgada del premetalizado se funde precisamente por completo a lo largo de todo su grosor hasta la capa límite para dar la chapa de acero, sin que tenga lugar un aporte de energía esencial mediante la radiación en la chapa de acero que se encuentra por debajo. El aporte de la densidad de energía se limita entonces esencialmente de manera localizada al grosor de la capa de metal delgada del premetalizado. De esta manera puede ahorrarse considerablemente energía, por que la chapa de acero no se calienta considerablemente mediante el aporte de energía limitado de manera localizada en la zona próxima a la superficie. El tiempo de irradiación depende de este respecto de la velocidad de banda de la banda de acero con la que se conduce esta a través de los tanques de revestimiento, en los que se reviste la banda de acero con la capa de metal. En el caso de velocidades de banda en

el intervalo de algunos cientos de metros por minuto resultan tiempos de irradiación cortos en el intervalo de  $\mu\text{s}$ . Para el ajuste de un tiempo de irradiación conveniente pueden usarse también fuentes de radiación por impulsos, tal como, por ejemplo, láseres pulsados, encontrándose la duración de impulso preferentemente por debajo de  $10 \mu\text{s}$ .

5 Debido a la capa de metal esencialmente más delgada del premetalizado, el procedimiento de acuerdo con la invención se caracteriza, con respecto a los procedimientos del estado de la técnica, por que puede ahorrarse una cantidad considerable de material de revestimiento. Se ha mostrado de manera sorprendente que, a pesar del muy bajo grosor de capa de la capa de metal del premetalizado de como máximo  $200 \text{ mg/m}^2$ , mediante la fusión limitada de manera localizada de la capa de metal delgada del premetalizado, mediante la radiación se forma una capa de aleación muy delgada y muy densa en la capa límite entre la capa de metal delgada del premetalizado y la chapa de acero. Esta capa de aleación muy delgada y al mismo tiempo densa, lleva, a pesar de su pequeño grosor, a un aumento considerable de la resistencia a la corrosión de la chapa de acero recubierta de acuerdo con la invención. La capa de aleación muy delgada con un recubrimiento de capa de aleación de, como máximo  $200 \text{ mg/m}^2$ , garantiza entre otras cosas, debido a su alta densidad, una protección contra la corrosión excelente. Puede suponerse que esta alta protección frente a la corrosión también puede conseguirse ya en el caso de menores recubrimientos de capa de aleación de, por ejemplo, únicamente  $20$  a  $100 \text{ mg/m}^2$ . No obstante, es tecnológicamente difícil ajustar el grosor de capa del premetalizado a valores por debajo de aproximadamente  $50 \text{ mg/m}^2$ , dado que, por ejemplo en el caso de una deposición galvánica de la capa de metal del premetalizado en los baños de revestimiento debe ajustarse una densidad de corriente mínima, para mantener estable el proceso de revestimiento galvánico.

10 Para la fusión de la capa de metal delgada del premetalizado ha resultado ser adecuada una densidad de energía de la radiación, con la que la temperatura de la capa de metal delgada se aumenta hasta valores por encima de la temperatura de fusión, de  $0,03 - 3 \text{ J/cm}^2$  y preferentemente de  $0,1 - 2 \text{ J/cm}^2$ .

25 En el caso de que con el procedimiento de acuerdo con la invención se produzca una chapa de acero revestida con un alto brillo superficial, en una forma de realización conveniente del procedimiento de acuerdo con la invención, después de la deposición de la capa de metal adicional sobre la capa de metal delgada del premetalizado puede tener lugar una fusión adicional de todo el revestimiento metálico mediante calentamiento hasta una temperatura por encima de la temperatura de fusión de la capa de metal. Esta fusión de todo el revestimiento metálico tiene lugar preferentemente por inducción en un horno de inducción y lleva a una superficie brillante, tal como se desea por ejemplo para el uso de chapas de acero revestidas con metal como acero para envases. La fusión de la superficie del revestimiento metálico (adicional o el último) puede tener lugar sin embargo también con rayos altamente energéticos, es decir, tal como la fusión del premetalizado, mediante irradiación con radiación electromagnética o un haz de electrones.

35 Con el procedimiento de acuerdo con la invención puede generarse una chapa de acero provista de un revestimiento metálico, en el que en la capa límite entre la superficie de la chapa de acero y el revestimiento metálico está diseñada una capa de aleación delgada, que se compone de átomos de hierro de la chapa de acero y de átomos de metal del material de revestimiento, ascendiendo el grosor de la capa de aleación como máximo a  $200 \text{ mg/m}^2$  y el porcentaje del metal libre, no aleado en el revestimiento metálico asciende por lo menos al  $50 \%$  y se encuentra preferentemente entre el  $80 \%$  y el  $99 \%$ . La capa de aleación delgada se genera a este respecto mediante la fusión de la capa de metal delgada del premetalizado. Mediante la posterior deposición de una capa de metal adicional (más gruesa) sobre la capa de metal delgada del premetalizado, está presente en el revestimiento un porcentaje metálico relativamente alto (es decir, no aleado). En particular, cuando se prescinde totalmente de una fusión final de la capa de metal adicional (más gruesa) o esta solo tiene lugar durante un corto tiempo a una temperatura que se encuentra poco por encima de la temperatura de fusión del material de revestimiento, la cantidad total del revestimiento metálico adicional puede encontrarse en forma no aleada (es decir, por ejemplo en el caso de un revestimiento de estaño como estaño libre). Esto es ventajoso, por ejemplo, para la soldabilidad de la chapa de acero revestida y es responsable de un buen comportamiento de estiraje debido a la buena acción lubricante del porcentaje metálico (no aleado) del revestimiento.

Estas y otras ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención resultan de los ejemplos de realización de la invención descritos a continuación.

55 El ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención descrito a continuación se refiere al estañado de una banda de acero para generar una hojalata, que puede usarse por ejemplo para la producción de recipientes de envasado, en particular latas para alimentos. La invención no está limitada sin embargo al estañado de bandas de acero, y puede utilizarse de manera correspondiente también en el revestimiento de chapas de acero con otras capas de metal, por ejemplo de cinc o níquel. El sustrato (chapa de acero) se encuentra, en el ejemplo de realización descrito, como banda de acero, que se conduce una tras otra a través de una pluralidad de tanques de estañado dispuestos uno tras otro en dirección de la marcha de banda. La invención no está limitada sin embargo al revestimiento de una banda de acero en una instalación de revestimiento de banda de este tipo, sino que puede emplearse también en otras instalaciones de revestimiento, en las que, por ejemplo, chapas de acero se dotan de un revestimiento metálico en forma de plancha una tras otra en tanques de revestimiento.

65 Para la producción de una chapa de aceros estañada (hojalata) se conduce una chapa de acero que se encuentra

como banda de acero 1 con una velocidad de banda en el intervalo de 100-700 m/min a través de varios baños de revestimiento 2a, 2b, 2c,... dispuestos uno tras otro en dirección de la marcha de banda, tal como se representa esquemáticamente en la **Figura 1**. En el ejemplo de realización, los baños de revestimiento 2 están diseñados como tanques de estañado, en los que está dispuesto en cada caso un ánodo de estaño 4 y que están cargados con un electrolito 5 (por ejemplo ácido metanosulfónico). La chapa de acero 1 que se mueve a través de los tanques de estañado se configura como cátodo, para depositar de manera galvánica sobre ambos lados de la banda de acero una capa de estaño delgada. En el dispositivo de revestimiento representado esquemáticamente en la Figura 1, están previstos en total diez tanques de estañado (2a, 2b, ... 2j) dispuestos uno tras otro. Sin embargo, pueden utilizarse también, en función del grosor total deseado de la capa de metal que va a aplicarse sobre la banda de acero, más o menos tanques de estañado. En cada uno de los tanques de estañado se deposita una capa de estaño delgada de manera galvánica sobre las superficies de la chapa de acero, encontrándose el grosor de capa depositado por tanque de estañado convenientemente en el intervalo de 50 - 500 mg/m<sup>2</sup>. La densidad de corriente ajustada en los tanques de estañado galvánicos asciende preferentemente a entre 10 y 25 A/dm<sup>2</sup> y las temperaturas de baño del electrolito se encuentran, normalmente, entre 30 °C y 50 °C.

En los baños de revestimiento (tanques de estañado) 2a, 2b delanteros se deposita electrolíticamente en primer lugar (sobre ambos lados de la banda de acero 1) un premetalizado delgado de estaño (*flash coating*). El grosor de capa de este premetalizado de estaño asciende convenientemente a entre 50 y como máximo a 200 mg/m<sup>2</sup>. Preferentemente, el grosor de capa del premetalizado delgado se encuentra entre 80 y 150 mg/m<sup>2</sup> y de manera especialmente preferente en aproximadamente 120 mg/m<sup>2</sup>. Después de atravesar los primeros baños de revestimiento 2a, 2b se funde la capa de estaño del premetalizado delgada allí depositada en un lado de la chapa de acero. Para ello se genera en un lado de la chapa de acero 1 una radiación electromagnética, que se genera por ejemplo con un láser 3, se irradia sobre la superficie de la capa de estaño delgada del premetalizado. Para ello está dispuesta una fuente de radiación 3, por ejemplo un láser o un cañón de electrones, entre el segundo baño de revestimiento 2b y el tercer baño de revestimiento 2c. La densidad de energía y el tiempo de irradiación del haz de rayos emitido por la fuente de radiación 3 se selecciona a este respecto de modo que la capa de estaño delgada del premetalizado (*flash coating*), que se ha aplicado en los tanques de estañado delanteros, se funde por completo a lo largo de todo su grosor hasta la capa límite para dar la banda de acero. Para ello han resultado adecuadas densidades de energía de la radiación entre 0,03 y 3,0 J/cm<sup>2</sup> y preferentemente entre 0,1 y 2,0 J/cm<sup>2</sup>. Convenientemente, la capa de estaño delgada del premetalizado se calienta mediante irradiación solo durante un corto tiempo hasta temperaturas entre el punto de fusión del estaño (250 °C) y 500 °C y preferentemente hasta temperaturas en el intervalo de aproximadamente 300 °C a 400 °C. Después de la fusión de la capa de estaño delgada del premetalizado (*flash coating*) esta se enfría hasta temperaturas por debajo de la temperatura de fusión del estaño. El enfriamiento tiene lugar convenientemente y con ahorro de energía mediante un autoenfriamiento a través de conducción térmica a través de la banda de acero 1 aún fría.

Después de la fusión de la capa de estaño delgada del premetalizado y enfriarse se conduce la banda de acero 1 secuencialmente a través de los siguientes tanques de estañado 2c, 2d, ... 2j posteriores. Allí se depositan de manera galvánica sobre ambos lados de la banda de acero capas de estaño adicionales. También sobre la capa de estaño delgada fundida del premetalizado, que se ha aplicado en los tanques de estañado 2a, 2b delanteros, se depositan capas de estaño adicionales, hasta que se encuentra una capa de estaño gruesa sobre ambos lados de la banda de acero 1 con el grosor de capa deseado. El grosor de capa de toda la capa de estaño, que se compone por la capa de estaño delgada del premetalizado y las capas de estaño adicionales de los tanques de estañado 2c, ... 2j posteriores, asciende convenientemente a entre 0,5 g/m<sup>2</sup> y 12 g/m<sup>2</sup>.

Después de la deposición de la capa de estaño adicional, la chapa de acero puede calentarse durante un corto tiempo a su vez hasta temperaturas por encima de la temperatura de fusión del estaño, para fundir al menos la zona de la superficie de la capa de estaño. Mediante esta fusión de la zona de superficie de la capa de estaño y un enfriamiento brusco a continuación en el baño de agua, se genera un brillo superficial del revestimiento de estaño. A diferencia de en los procedimientos conocidos por el estado de la técnica, la capa de estaño ya no puede fundirse sin embargo por completo a lo largo de todo su grosor, para generar tanto un brillo superficial como una capa de aleación delgada en la capa límite entre el revestimiento de estaño y la chapa de acero. Más bien, es suficiente, para generar el brillo superficial, únicamente fundir también la zona próxima a la superficie del revestimiento de estaño, porque mediante la fusión de la capa de estaño delgada del premetalizado (*flash coating*), que se ha aplicado en los tanques de estañado 2a, 2b delanteros, se ha generado ya una capa de aleación delgada, que garantiza una alta resistencia a la corrosión de la hojalata. Para generar el brillo superficial en la superficie del revestimiento de estaño es suficiente con calentar la chapa de acero recubierta únicamente hasta temperaturas en el intervalo de 232 °C (temperatura de fusión del estaño) y aproximadamente 300 °C y preferentemente hasta temperaturas entre 240 °C y 260 °C. Con ello puede ahorrarse considerablemente energía en comparación con los procedimientos de fusión conocidos por el estado de la técnica, porque en los procedimientos de fusión conocidos, el revestimiento de estaño debe calentarse hasta temperaturas esencialmente superiores para generar tanto el brillo superficial como la formación de la capa de aleación delgada en la capa límite para dar la chapa de acero.

Las hojalatas producidas de esta manera se caracterizan por una resistencia a la corrosión muy alta, que se provoca por la capa de aleación delgada y muy densa en la capa límite entre la capa de estaño delgada del premetalizado y la banda de acero. En hojalatas producidas de acuerdo con la invención, pudieron medirse valores de ATC inferiores

a 0,1 e incluso por debajo de 0,05  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ , lo que indica una resistencia a la corrosión muy buena.

5 Las hojalatas producidas en el ejemplo de realización descrito del procedimiento de acuerdo con la invención son adecuadas especialmente para la producción de recipientes de envasado, en particular de latas para alimentos. El  
lado de la chapa de acero sobre el que se ha fundido la capa de estaño delgada del premetalizado, se usa a este  
respecto convenientemente para el lado interior de la lata, porque este lado de la chapa de acero, debido a la  
formación de la capa de aleación en la capa límite entre el revestimiento de estaño delgado y la chapa de acero,  
10 presenta una alta resistencia a la corrosión. En el otro lado de la chapa de acero, todo el estaño depositado de  
manera galvánica permanece convenientemente como estaño libre. Esto lleva a un buen comportamiento de estiraje  
de la chapa de acero estañada durante el planchado, porque allí actúa el estaño libre como lubricante.

15 La invención no está limitada al ejemplo de realización descrito. Así, la capa de estaño delgada del premetalizado no  
debe aplicarse en los dos primeros tanques de estañado 2a, 2b, sino que puede depositarse también ya solo en el  
primer tanque de estañado 2a o también en los tres primeros tanques de estañado 2a - 2c. La fuente de radiación 3  
para la fusión de la capa de estaño del premetalizado se dispone entonces por ejemplo entre el primer tanque de  
estañado 2a y el segundo tanque de estañado 2b o entre el tercer tanque de estañado 2c y el cuarto tanque de  
estañado 2d, etc. El grosor de la capa de estaño depositada en los tanques de estañado delanteros se ajusta a este  
20 respecto mediante la elección adecuada de la densidad de corriente de modo que el grosor total de la capa de  
estaño delgada del premetalizado no supera el límite superior de acuerdo con la invención de 200  $\text{mg}/\text{m}^2$ . Es  
también posible fundir la capa de estaño delgada del premetalizado no solo sobre un lado, sino sobre ambos lados  
de la banda de acero, antes de que tenga lugar la deposición de las capas de estaño adicionales en los tanques  
de estañado posteriores. Puede prescindirse de la fusión adicional de la capa de estaño (gruesa) depositada en los  
tanques de estañado posteriores, cuando no es necesario un brillo superficial del revestimiento de estaño (por  
ejemplo para la producción de latas en el procedimiento de planchado (DWI)).

25 En caso de que para la fusión de la capa de metal delgada del premetalizado tenga lugar una irradiación con un haz  
de electrones, es convenientemente llevar a cabo al menos la etapa del procedimiento, en la que tiene lugar la  
fusión del premetalizado, a vacío (convenientemente al menos 0,1 kPa ( $10^{-2}$  mbar)). De esta manera pueden  
evitarse pérdidas de energía durante la irradiación con el haz de electrones.

30 La chapa de acero producida de acuerdo con la invención se caracteriza por una muy buena estabilidad frente a la  
corrosión, que se provoca mediante la capa de aleación resistente a la corrosión entre la superficie de chapa de  
acero y el revestimiento metálico. La capa de aleación delgada se genera a este respecto mediante la fusión de la  
capa de metal delgada del premetalizado. Mediante la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, el  
35 grosor de la capa de aleación puede ajustarse mediante la elección adecuada del grosor de la capa de  
premetalizado. Mediante la posterior deposición de una capa de metal gruesa en los baños de revestimiento  
posteriores sobre la capa de metal delgada del premetalizado está presente en el revestimiento (en el caso de un  
recubrimiento de capa predeterminado del revestimiento metálico) un porcentaje metálico relativamente alto (es  
decir, no aleado). Esto es por ejemplo ventajoso para la soldabilidad de la chapa de acero revestida (por ejemplo  
40 para la producción de latas de tres partes) y es responsable de un buen comportamiento de estiraje debido a la  
buena acción lubricante del porcentaje metálico (no aleado) del revestimiento. Convenientemente, el porcentaje  
metálico (no aleado) en el revestimiento asciende por lo menos al 50 % y preferentemente por lo menos al 70 % y se  
encuentra de manera especialmente preferente entre el 80 % y el 99 %.

45 Se ha mostrado sorprendentemente que el revestimiento metálico muy delgado del premetalizado después de la  
fusión por medio de irradiación con un haz de rayos dirigido de una radiación electromagnética o de un haz de  
electrones, presenta una estructura y ordenación superficial adecuada, que permite la deposición adicional de un  
revestimiento metálico sobre el revestimiento metálico fundido y aleado del premetalizado. Mediante la fusión se  
generan en la zona próxima a la superficie del revestimiento metálico del premetalizado, núcleos de crecimiento en  
50 forma de tallo, sobre los que pueden adherirse átomos de metal del material de revestimiento con el revestimiento  
posterior y, así, garantizan una buena adherencia del revestimiento metálico al revestimiento metálico (aleado) del  
premetalizado.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para recubrir una chapa de acero con una capa de metal con las siguientes etapas:

- 5       - aplicar una primera capa de metal delgada como premetalizado, en donde el recubrimiento de la capa de metal del premetalizado asciende como máximo a  $200 \text{ mg/m}^2$ ,
- 10       - fundir la capa de metal del premetalizado por medio de irradiación de la capa de metal con una radiación electromagnética o un haz de electrones, fundiéndose la capa de metal del premetalizado por completo a lo largo de todo su grosor y convirtiéndose por ello al menos esencialmente por completo en una capa de aleación que consiste en átomos de hierro de la chapa de acero y átomos del metal de la capa de metal,
- 15       - aplicar por lo menos una capa de metal adicional sobre la capa de aleación generada mediante la fusión.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la capa de metal fundida del premetalizado después de la fusión se enfría hasta una temperatura por debajo de la temperatura de fusión de la capa de metal.
- 20       3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el tiempo de irradiación, en el que se irradia la capa de metal del premetalizado con la radiación electromagnética o el haz de electrones, asciende como máximo a  $10 \mu\text{s}$  y se encuentra preferentemente entre  $10 \text{ ns}$  y  $1 \mu\text{s}$ .
- 25       4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el recubrimiento de la capa de metal del premetalizado se encuentra entre  $50 \text{ mg/m}^2$  y  $200 \text{ mg/m}^2$  y preferentemente asciende a  $100 \text{ mg/m}^2$ .
- 30       5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la densidad de energía de la radiación electromagnética que se irradia para fundir la capa de metal del premetalizado se encuentra entre  $0,03 \text{ J/cm}^2$  y  $3 \text{ J/cm}^2$  y preferentemente entre  $0,1$  y  $2 \text{ J/cm}^2$ .
- 35       6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** después de aplicar la capa de metal adicional sobre la capa de metal del premetalizado se calienta la chapa de acero recubierta para fundir todo el revestimiento metálico por inducción hasta una temperatura por encima de la temperatura de fusión de la capa de metal.
- 40       7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** después de aplicar la capa de metal adicional sobre la capa de metal del premetalizado se calienta la chapa de acero recubierta hasta una temperatura entre  $232 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  y preferentemente entre  $240 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $260 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- 45       8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa de metal del premetalizado se aplica a ambos lados por medio de deposición galvánica de la capa de metal sobre la chapa de acero y por que la fusión de la capa de metal del premetalizado tiene lugar únicamente en un lado.
- 50       9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la fusión del premetalizado tiene lugar mediante irradiación de un haz de rayos dirigido sobre la superficie de la capa de metal del premetalizado, en donde el haz de rayos se irradia de manera continua o también por impulsos, preferentemente con una duración de impulso máxima de  $1 \mu\text{s}$ .
- 55       10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el material de revestimiento de la capa de metal se compone de estaño, cinc o níquel, siendo la capa de metal del premetalizado y la capa de metal adicional del mismo material de revestimiento.
- 60       11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el recubrimiento de revestimiento de la(s) capa(s) de metal adicional(es) se encuentra entre  $0,5 \text{ g/m}^2$  y  $12 \text{ g/m}^2$ .
- 65       12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el caso de la capa de metal del premetalizado y la capa de metal adicional se trata en cada caso de una capa de estaño y por que la capa de estaño del premetalizado se calienta hasta la fusión a una temperatura entre  $250 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  y preferentemente entre  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ , antes de que la capa de estaño fundida del premetalizado se revista con por lo menos una capa de estaño adicional.
- 60       13. Dispositivo para el revestimiento galvánico de una banda de acero (1) con una capa de metal con una pluralidad de baños de revestimiento (2) dispuestos uno tras otro, a través de los que se conduce la banda de acero (1) en una dirección de la marcha de banda (v) para aplicar la capa de metal mediante deposición galvánica, en donde en el o los baños de revestimiento (2a, 2b) primeros visto en dirección de la marcha de banda se aplican en primer lugar una primera capa de metal delgada como premetalizado y sobre esta en los siguientes baños de revestimiento (2c, 2d, 2e,...), capas de metal adicionales, **caracterizado por que** en el o los baños de revestimiento (2a, 2b) primeros visto en dirección de la marcha de banda se aplica en primer lugar una primera capa de metal delgada como

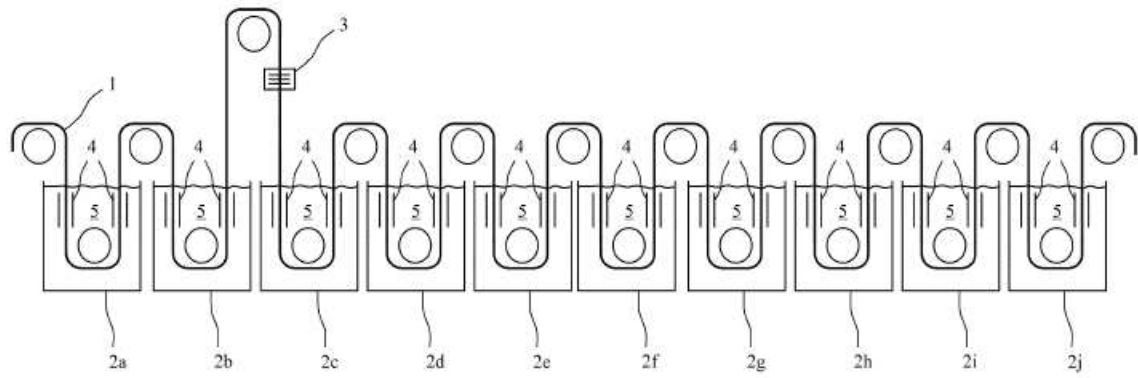
premetalizado con un recubrimiento de como máximo 200 mg/m<sup>2</sup> y visto en dirección de la marcha de banda detrás del o de los baños de revestimiento (2a o 2b) primeros está dispuesta una fuente de radiación (3) para una radiación electromagnética o un haz de electrones, para fundir la capa de metal del premetalizado mediante irradiación con una radiación electromagnética, en particular un rayo láser, o un haz de electrones.

5

14. Chapa de acero provista de un revestimiento metálico y producida con un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, estando formada en la capa límite entre la superficie de la chapa de acero y el revestimiento metálico una capa de aleación delgada, que se compone de átomos de hierro de la chapa de acero y de átomos de metal del material de revestimiento, **caracterizada por que** el recubrimiento de la capa de aleación asciende como máximo a 200 mg/m<sup>2</sup> y el porcentaje del metal libre, no aleado en el revestimiento metálico asciende por lo menos al 50 % y se encuentra preferentemente entre el 80 % y el 99 %.

10





**Fig. 1**