

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 853**

51 Int. Cl.:

**C25D 5/10** (2006.01)

**C25D 5/48** (2006.01)

**C25D 5/50** (2006.01)

**C25D 7/04** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2016** **PCT/EP2016/056541**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2016** **WO16156198**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2016** **E 16716832 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020** **EP 3277866**

54 Título: **Producto de tubo y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

**30.03.2015 DE 102015104887**

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

**18.03.2021**

73 Titular/es:

**BENTELER STEEL/TUBE GMBH (100.0%)**  
**Residenzstrasse 1**  
**33104 Paderborn, DE**

72 Inventor/es:

**MÜLLER, ULRICH**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

ES 2 812 853 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

Producto de tubo y procedimiento para su fabricación

- 5 La presente invención se refiere a un producto de tubo, así como a un procedimiento para su fabricación.

Para proteger las superficies metálicas de la corrosión, en particular superficies de piezas constructivas de acero, se conocen diferentes procedimientos.

- 10 En este sentido la galvanización de superficies de acero hoy en día es uno de los métodos más efectivos para proteger piezas constructivas de acero de la corrosión general. Los revestimientos de zinc, en la producción en masa de tubos, piezas constructivas de carrocería y similares se utilizan de manera especialmente extendida. Los revestimientos de zinc o capas de zinc en un medio corrosivo sirven como ánodo de sacrificio (en el caso de un buen contacto eléctrico con superficies de acero) a consecuencia del carácter no precioso del zinc en comparación con el hierro. Por  
15 consiguiente en primer lugar se corroe la capa de zinc, antes de que el hierro se someta a la corrosión y forme a este respecto productos corrosivos pardos rojizos, que también se denominan herrumbre roja. El zinc puro muestra en muchos medios corrosivos una velocidad de corrosión relativamente alta formando productos de herrumbre blanca voluminosos, que también se denomina herrumbre blanca.

- 20 La corrosión de zinc sin embargo, puede retrasarse en gran medida mediante aleación correspondiente y/o mediante tratamientos posteriores adecuados de la capa de zinc. En el último caso se trata principalmente de un denominado procedimiento de pasivación. Mediante dicho procedimiento sobre una superficie de capa de zinc tratada con solución de pasivación se crea una capa de protección inorgánica delgada. Esta capa se denomina también capa de conversión, en el caso de que se extraigan mediante solución cationes al menos de un componente de la superficie metálica y se  
25 empleen también para la formación de capa. Esta capa aumenta la resistencia a la corrosión de los revestimientos de zinc y por consiguiente la resistencia a la corrosión de las piezas constructivas de acero galvanizadas.

- Los procedimientos de pasivación pueden aplicarse tanto para piezas electrogalvanizadas como para piezas galvanizadas por inmersión en caliente. Especialmente para piezas electrogalvanizadas se ha desarrollado distintos  
30 procedimientos de cromatización. Mediante el tratamiento con una solución de pasivación con contenido de cromo, en función de la composición de esta solución se forman capas de conversión incoloras, azules, amarillas, verdes oliva o negras, que se diferencian unas de otras en su valor de protección.

- La capa de pasivación sirve principalmente para la protección contra la corrosión temporal de la superficie metálica galvanizada, por ejemplo superficies de tubo. Sin embargo, mediante manipulación, transporte, almacenamiento o procesamiento posterior de los tubos una capa así puede dañarse fácilmente, lo que puede llevar a un empeoramiento de la resistencia a la herrumbre blanca.

- En el documento EP 1 504 891 A1 se describe un producto revestido en varias capas, resistente a la corrosión. En  
40 este sentido sobre un cuerpo base se aplica una capa de protección, que consta de una capa de zinc, que comprende zinc metálico, una capa de silicato, que comprende al menos un silicato, y una capa de resina sintética, que comprende al menos un fluoroplástico. Además, en el documento US 2004/0197594 A1 se da a conocer un material de acero, que en su superficie presenta una película de recubrimiento resistente a la corrosión de tipo cromo no hexavalente, que se forma mediante un compuesto de una capa de metal y una capa de resina. En el documento EP 0 200 007 A1 se da a conocer un fleje de acero, que está recubierto en su superficie y presenta una resistencia a la corrosión mejorada y un aspecto mejorado. El documento EP 2 770 088 A1 da a conocer piezas de acero de alta resistencia a la corrosión y procedimientos para su fabricación. Sobre la superficie de la pieza de acero se aplica una capa de níquel. Sobre la  
45 capa de níquel se aplica una capa de zinc-níquel y sobre esta se aplica una capa de pasivación.

- 50 Las piezas constructivas galvanizadas y pasivadas o cromatizadas, en particular tubos, se someten a menudo en el procesamiento posterior a una intensa conformación, que sobrepasan la capacidad de deformación de la capa de conversión. En una conformación así, en la capa de conversión debido a su fragilidad se forman inevitablemente numerosas fisuras, lo que lleva a un empeoramiento considerable de la resistencia a la herrumbre blanca o la herrumbre roja de la superficie de tubo.

- 55 El objetivo de la presente invención es crear una solución, mediante la cual pueda garantizarse una alta resistencia a la corrosión también tras una conformación de un producto de tubo.

- De acuerdo con primer aspecto, la invención se refiere a un producto de tubo con tubo base de una aleación de acero con una superficie perimetral interna y una superficie perimetral externa, en donde el tubo base al menos sobre una  
60 parte de las superficies perimetrales presenta un sistema de recubrimiento, que presenta la siguiente estructura de capa:

- capa de zinc con un porcentaje de zinc predominante;
- 65 - capa de pasivación, que está exenta de Cr-VI;
- capa de sellado

comprendiendo la capa de zinc al menos tres estratos, en donde los estratos son estratos aplicados separados unos de otros y sucesivamente, y los estratos presentan en cada caso un grosor de capa de  $1\text{ }\mu\text{m}$  a  $10\text{ }\mu\text{m}$ , la capa de sellado presenta compuestos orgánicos a base de plásticos y

5 la capa de sellado sobre la capa de pasivación presenta un grosor de capa entre  $0,5$  y  $3\text{ }\mu\text{m}$ .

El producto de tubo está caracterizado por que el agente de pasivación de la capa de pasivación sobre la capa de zinc contiene sales de cromo III.

De acuerdo con la invención se denomina producto de tubo a un tubo base provisto de un sistema de recubrimiento.

10 Los productos intermedios, por ejemplo el tubo base provisto de una capa de zinc se denomina en lo sucesivo también tubo. El tubo base consta de una aleación de acero y por tanto puede denominarse también sustrato de acero. El tubo base representa un perfil hueco. La sección transversal del producto de tubo y en particular del tubo base de acuerdo con la invención puede ser redonda, ovalada pero también angulosa. El tubo base presenta una superficie perimetral interna y una superficie perimetral externa. El tubo base puede ser un tubo soldado con cordón longitudinal o un tubo sin cordón.

Sobre al menos una parte de las superficies perimetrales, es decir, de la superficie perimetral interna y/o de la superficie perimetral externa de acuerdo con la invención se aplica un sistema de recubrimiento. Preferentemente solo la superficie perimetral externa está recubierta con el sistema de recubrimiento. Sin embargo también es posible aplicar el sistema de recubrimiento por ejemplo tanto sobre la superficie perimetral externa como sobre la superficie perimetral interna.

En este sentido se denomina sistema de recubrimiento a un recubrimiento que consta de varias capas. De acuerdo con la invención el sistema de recubrimiento presenta la siguiente estructura de capa:

- 25
- capa de zinc con un porcentaje de zinc predominante;
  - capa de pasivación;
  - capa de sellado.

30 Las capas del sistema de recubrimiento se aplican sucesivamente sobre el tubo base o se forman sobre este.

El producto de tubo está caracterizado de acuerdo con la invención por que la capa de zinc comprende al menos tres estratos. En este sentido se denomina capas a los recubrimientos de zinc, que se aplican separados unos de otros sucesivamente y por consiguiente representan capas cerradas y en conjunto se denominan capa de zinc. Las capas de la capa de zinc, que también se denominan estratos de zinc, representan por consiguiente capas individuales cristalinas. Pueden distinguirse los estratos de la capa de zinc en la muestra metalográfica transversal del sistema de recubrimiento.

La capa de pasivación representa de acuerdo con la invención una capa exenta de Cr-VI. La capa de pasivación se genera mediante aplicación de un agente de pasivación sobre la capa de zinc, en particular el estrato de zinc superior o el último estrato de zinc aplicado en el tiempo. Como agente de pasivación de acuerdo con la invención se emplea una preparación, que presenta sales de cromo III y dado el caso sales de cobalto II.

Sobre la capa de pasivación se forma una capa de sellado. La capa de sellado de acuerdo con la invención presenta compuestos orgánicos o se compone de compuestos orgánicos. Como material o agente de sellado para la formación de la capa de sellado de acuerdo con la invención puede emplearse por ejemplo una dispersión acuosa con plásticos. La aplicación de la capa de sellado se realiza por ejemplo mediante inmersión o pulverización. Como alternativa o adicionalmente la capa de sellado puede aplicarse también mediante procedimientos mecánicos, como aplicación mediante pinceles, cepillos o rodillos.

La capa de sellado del sistema de recubrimiento de acuerdo con la invención sobre la capa de pasivación presenta un grosor de capa entre  $0,5$  y  $3\text{ }\mu\text{m}$ . Preferentemente la capa de sellado sobre la capa de pasivación presenta un grosor de capa entre  $0,9$  y  $3\text{ }\mu\text{m}$ . Se ha demostrado que con capas de sellado con un grosor de capa en el intervalo de acuerdo con la invención, y en particular, en grosores de capa reducidos de  $\leq 3\text{ }\mu\text{m}$  puede garantizarse, por un lado la protección de las capas subyacentes como tras la conformación del producto de tubo y, por otro lado no aparece un desprendimiento de la capa de sellado en la conformación, por ejemplo en rodillos dobladores, que podría aparecer en un grosor de capa mayor.

Con la presente invención pueden alcanzarse una serie de ventajas. Por un lado, mediante la aplicación de varios estratos de zinc sobre el tubo base el grosor de estrato de los estratos individuales puede mantenerse reducido y crearse no obstante una capa de zinc formada de los estratos de zinc, que presenta un grosor de capa suficiente, para impedir una corrosión del tubo base. Mediante el grosor de estrato reducido posible de acuerdo con la invención de los estratos de zinc individuales se aumenta esencialmente la capacidad de conformación del sistema de recubrimiento sin deteriorar la protección contra la corrosión. Esto se debe al menos parcialmente a que los estratos de zinc más delgados presentan una mejor extensibilidad y menor tendencia a la fisuración que los estratos de zinc gruesos. Los estratos de zinc con grosor de estrato reducido pueden conformarse mejor y pueden evitarse fisuras, en particular

fisuras superficiales, que habría que temer en el caso de un grosor de estrato mayor. En particular, en el caso de grosores de estrato reducidos en los estratos de zinc se presentan cristales más pequeños y el deslizamiento en la red cristalina es menor que en el caso de una capa de zinc de un estrato, que se ha aplicado mediante galvanización por inmersión en caliente, en la que se presentan estructuras de cristal bastas. Además, los estratos de zinc debido al hecho de que estas pueden presentar en el sistema de recubrimiento de acuerdo con la invención un grosor reducido, pueden aplicarse en un proceso continuo, en particular galvanizado continuo. Por ello la fabricación del producto de tubo se simplifica y se acorta. Mientras que en un galvanizado de piezas ha de ajustarse una densidad de corriente en el baño de recubrimiento de, por ejemplo, 0,5 a 3,5 A/dm<sup>2</sup>, en el galvanizado continuo se aplica una densidad de corriente de, por ejemplo, 20 a 40 A/dm<sup>2</sup>. Sin embargo, por ello se reduce también la duración de tratamiento necesaria. Así, para la fabricación de los estratos de zinc de acuerdo con la invención puede alcanzarse en cada caso una duración de tratamiento de por ejemplo 1 min, mientras que en el galvanizado de piezas es necesaria una duración de tratamiento de, por ejemplo, 20 min.

Al formarse adicionalmente a la aplicación de varios estratos de zinc una capa de pasivación, la protección contra la corrosión se mejora adicionalmente. Dado que el agente de pasivación está exento de Cr-VI, el sistema de recubrimiento es respetuoso con el medio ambiente y puede realizarse también un lavado tras la aplicación del agente de pasivación sin contaminar al medio ambiente.

Al aplicarse finalmente una capa de sellado al menos predominantemente orgánica, la resistencia a la corrosión también se mejora adicionalmente después de una conformación. La capa de sellado, en particular en el grosor de capa preferente, trae consigo una protección contra el avance de la corrosión. En particular, mediante la capa de sellado se alcanza un puenteado elástico de estratos de zinc dañados por una conformación del producto de tubo. La capa de sellado se compone predominantemente de manera preferente de compuestos orgánicos. También en el marco de la invención la capa de sellado está compuesta por completo de compuestos orgánicos. Al contrario que en medios de sellado inorgánicos los compuestos orgánicos, que están contenidos en el agente de sellado empleado de acuerdo con la invención, son flexibles, no tienden a la formación de fisuras y no son quebradizos. Dado que además, la capa de sellado del sistema de recubrimiento de acuerdo con la invención presenta sobre la capa de pasivación un grosor de capa entre 0,5 y 3 µm, puede garantizarse por un lado una flexibilidad suficiente y en particular propiedad de doblado de la capa de sellado. Sin embargo, por otro lado la capa es tan gruesa que se garantiza una protección contra la corrosión lo más larga posible y más fiable.

Por consiguiente, después de la aplicación del sistema de recubrimiento en el producto de tubo de acuerdo con la invención puede realizarse una conformación, en particular el tubo puede doblarse, sin que la protección contra la corrosión se reduzca.

De acuerdo con una forma de realización preferente la capa de sellado presenta compuestos orgánicos a base de plásticos, en particular polímeros. Los compuestos orgánicos son preferentemente compuestos a base de poliésteres y/o poliácridatos. Se ha demostrado que en empleo de tales compuestos orgánicos, en particular a base de o poliácridatos, la protección contra la corrosión puede garantizarse también después de la conformación del producto de tubo.

La capa de sellado puede presentar al menos poliéster y/o poliácridato con un porcentaje de al menos 70 %. El contenido de poliéster y/o poliácridato en el agente de sellado, que se aplica para la formación de la capa de sellado, puede ascender, por ejemplo, al menos a 15 %.

Adicionalmente al poliéster y/o poliácridato la capa de sellado puede presentar partículas de óxido de silicio o silicatos preferentemente a escala nanométrica. El tamaño de las partículas puede situarse por ejemplo en el intervalo de 15-70 nm, preferentemente en el intervalo de 20 a 60 nm.

De acuerdo con la invención los estratos en la capa de zinc presentan en cada caso un grosor de capa de 1 µm a 3 µm. Con estos grosores de capa, o grosores de estrato reducidos, puede alcanzarse el efecto de la mejor capacidad de conformación y en particular extensibilidad y evitarse fisuras, en particular fisuras superficiales. En particular, en el caso de este grosor de capa reducido el crecimiento de cristales se limita a los estratos individuales. De acuerdo con la invención, pueden aplicarse sucesivamente por ejemplo cuatro estratos de zinc sobre el tubo base. Sin embargo, en el marco de la invención también el número de los estratos de zinc es más alto, por ejemplo asciende a 12. Cuanto más alto es el número de los estratos de zinc, más se reduce el grosor de estrato o grosor de capa de los estratos de zinc respectivos. Preferentemente todos los estratos de zinc del sistema de recubrimiento presentan el mismo grosor de estrato.

De acuerdo con una forma de realización preferida la capa de zinc presenta un grosor de capa total en el intervalo de 3 a 40 µm, preferentemente en el intervalo de 4 a 25 µm. Dado que la capa de zinc está formada por varias capas, a pesar de este grosor de capa total relativamente grande puede garantizarse la capacidad de conformación de la capa de zinc y con ello una protección contra la corrosión mejorada.

Con la presente invención pueden crearse productos de tubo, en los que una muestra de codo de tubo del producto de tubo conformada con un ángulo de flexión de 180° y un radio de flexión de al menos 2,5 veces el diámetro externo

de tubo presenta una resistencia a la herrumbre blanca de al menos 24 horas, preferentemente al menos 96 horas, y de manera más preferente al menos 168 horas, en el ensayo de niebla salina neutra según la norma DIN EN ISO 9227. Se denomina resistencia a la herrumbre blanca en particular al estado en el que no se presenta ninguna o solo un porcentaje de superficie de herrumbre blanca muy insignificante de preferentemente menos de 2 %.

De acuerdo con una forma de realización la muestra de codo de tubo conformada presenta una sección longitudinal, que está configurada arqueada en dirección axial, en donde el radio de flexión en la superficie perimetral externa asciende a 1,5 veces el diámetro externo de tubo. También una muestra de codo de tubo conformada de este modo gracias al sistema de recubrimiento de acuerdo con la invención presenta una resistencia a la corrosión alta, en particular las resistencias a la herrumbre blanca anteriormente citadas de al menos 24 horas, preferentemente al menos 96 horas y de manera más preferida de al menos 168 horas.

De acuerdo con un aspecto adicional la invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un producto de tubo. El procedimiento está caracterizado por que el procedimiento comprende al menos las siguientes etapas para la aplicación de un sistema de recubrimiento sobre al menos una parte de las superficies perimetrales de un tubo base con una superficie perimetral interna y una superficie perimetral externa:

- aplicación de al menos tres estratos de una capa de zinc con un porcentaje de zinc predominante sobre el tubo base de una aleación de acero, - en donde los estratos (110) se aplican separados unos de otros y sucesivamente y los estratos (110) presentan en cada caso un grosor de capa de 0,5  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ ;
- aplicación de un agente de pasivación exento de Cr-VI, que contiene sales de cromo III, para la configuración de una capa de pasivación sobre el recubrimiento de zinc;
- aplicación de un agente de sellado, que presenta compuestos orgánicos a base de plásticos, sobre la capa de pasivación para configurar una capa de sellado con un grosor de capa entre 0,5 y 3  $\mu\text{m}$ .

Inicialmente sobre el tubo base de una aleación de acero se aplican al menos tres estratos de la capa de zinc, que se denomina también recubrimiento de zinc, con un porcentaje de zinc predominante. En este sentido inicialmente se aplica un primer sustrato, en una siguiente etapa un segundo y en las etapas adicionales los estratos de zinc adicionales. El recubrimiento de zinc, es decir, las capas individuales se aplican preferentemente mediante recubrimiento galvánico, el galvanizado electrolítico. En este sentido entre dos etapas consecutivas de la aplicación de sustrato puede realizarse dado el caso un secado, aunque se prefiere un procedimiento sin tales etapas de secado.

Sobre la capa de zinc así creada, de varias capas o recubrimiento de zinc se aplica un agente de pasivación exento de Cr-VI para configurar una capa de pasivación. El agente de pasivación puede aplicarse en un baño sobre el recubrimiento de zinc.

En una etapa adicional se aplica un agente de sellado, que presenta compuestos orgánicos, para configurar una capa de sellado con un grosor de capa entre 0,5 y 3  $\mu\text{m}$  sobre la capa de pasivación. La aplicación del agente de sellado se realiza directamente después de la aplicación o configuración de la capa de pasivación. Por ello puede impedirse una configuración de una capa de reacción sobre la capa de pasivación. La capa de sellado puede aplicarse por ejemplo mediante pulverización o inmersión. Como alternativa o adicionalmente la capa de sellado puede aplicarse también mediante procedimientos mecánicos, como aplicación mediante pinceles, cepillos o rodillos. Tanto la pulverización e inmersión como los procedimientos mecánicos pueden llevarse a cabo en el procedimiento continuo. En una combinación de inmersión o pulverización con uno o varios procedimientos mecánicos puede realizarse una limitación de grosor de capa mecánica mediante cepillado y/o rascador y el grosor de capa puede ajustarse con ello para un fin determinado.

El procedimiento de acuerdo con la invención no está limitado a las etapas indicadas. Por ejemplo antes de la aplicación del recubrimiento de zinc puede llevarse a cabo un tratamiento previo del tubo base, en particular una limpieza del tubo.

Además, puede realizarse también un secado de la capa de sellado aplicada sobre la capa de pasivación después de la aplicación de la capa de sellado. El secado puede realizarse por ejemplo mediante aire comprimido, soplador de aire caliente o radiadores térmicos más débiles, como por ejemplo radiadores infrarrojos.

De acuerdo con una forma de realización preferente las etapas de procedimiento para la aplicación del sistema de recubrimiento se llevan a cabo como procedimiento continuo, en particular como un procedimiento continuo.

La tasa de rendimiento, con la que se trata el tubo base en el procedimiento, puede ascender de acuerdo con la invención a al menos 5m/min preferentemente al menos 10m/min.

La realización del procedimiento como procedimiento continuo es posible en particular debido al hecho de que los estratos de zinc individuales, que se aplican, presentan un grosor reducido. Por ello la fabricación del producto de tubo se simplifica y se acorta. Mientras que en un galvanizado de piezas ha de ajustarse una densidad de corriente en el baño de recubrimiento de, por ejemplo, 0,5 a 3,5 A/dm<sup>2</sup>, en el galvanizado continuo se aplica una densidad de corriente de, por ejemplo, 20 a 40 A/dm<sup>2</sup>. Sin embargo, por ello se reduce también la duración de tratamiento necesaria. Así,

para la fabricación de los estratos de zinc de acuerdo con la invención puede alcanzarse en cada caso una duración de tratamiento de por ejemplo 1 min, mientras que en el galvanizado de piezas es necesaria una duración de tratamiento de, por ejemplo, 20 min y con esta por tanto no es posible ningún galvanizado continuo. La aplicación de los estratos de zinc individuales se realiza preferentemente en un baño de gran rendimiento de zinc galvánico ácido.

5 También la aplicación de las capas individuales del sistema de recubrimiento, en particular de la capa de pasivación y de la capa de sellado se realiza de acuerdo con la invención preferentemente en un procedimiento continuo. Por consiguiente, en particular la aplicación de todo el sistema de recubrimiento del producto de tubo de acuerdo con la invención puede realizarse en un procedimiento continuo.

10 De acuerdo con una forma de realización el producto de tubo se conforma después de la aplicación del sistema de recubrimiento. Por ejemplo el producto de tubo puede ensancharse, recalcarse, rebordarse o su sección transversal puede modificarse de otro modo.

15 Preferentemente el producto de tubo puede doblarse. Esta forma de realización presenta la ventaja de que la aplicación del sistema de recubrimiento puede realizarse en un procedimiento continuo y solo a continuación mediante conformación se produce la forma deseada del producto semiacabado o producto acabado. Una conformación así del producto de tubo recubierto es posible en la presente invención, dado que mediante la estructura del sistema de recubrimiento también durante y después de una conformación del producto de tubo una resistencia a la corrosión, en particular resistencia a la herrumbre blanca puede seguir garantizándose de manera fiable.

20 De acuerdo con una forma de realización adicional el producto de tubo se calienta antes y/o después de la aplicación de la capa de sellado, preferentemente se calienta inductivamente. Un calentamiento antes la aplicación de la capa de sellado sirve en particular para el secado del agente de pasivación. Un calentamiento después la aplicación de la capa de sellado en cambio sirve para la reticulación del plástico contenido preferentemente en la capa de sellado. 25 Como alternativa o adicionalmente al calentamiento inductivo pueden emplearse también otros tipos del calentamiento. Por ejemplo puede emplearse aire caliente.

La presente invención se explica de nuevo mediante los dibujos adjuntos. Muestran:

30 figura 1: una representación en bloques esquemática de una instalación para llevar a cabo una forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención;

figura 2: una representación esquemática de una forma de realización del producto de tubo de acuerdo con la invención;

35 figura 3: una vista en corte esquemática de la estructura de capa del sistema de recubrimiento sobre un tubo;

40 figura 4: una muestra de tubo de un producto de tubo de acuerdo con la invención en comparación con dos muestras de tubo de tubos galvanizados y pasivados convencionalmente en el ensayo de niebla salina neutra (ensayo NSS) según la norma DIN EN ISO 9227 después de 96 horas; y

45 figura 5: una muestra de tubo de un producto de tubo de acuerdo con la invención en comparación con dos muestras de tubo de tubos galvanizados y pasivados convencionalmente en el ensayo de niebla salina neutra (ensayo NSS) según la norma DIN EN ISO 9227 después de 168 horas.

En la figura 1 se muestra una representación en bloques esquemática de una instalación para llevar a cabo una forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención. La instalación se muestra en la figura 1 como instalación de cuatro ramales, en la que pueden tratarse simultáneamente cuatro tubos básicos 10.

50 En un dispositivo de tratamiento previo 20 el tubo base 10 se trata previamente y en particular se limpia. En un dispositivo de galvanización 21 la capa de zinc o recubrimiento de zinc 11 se aplica sobre el tubo base 10. En un dispositivo de pasivación 22 se configura una capa de pasivación 12 sobre la capa de zinc 11. El tubo recubierto de este modo en la forma de realización mostrada en la figura 1 se alimenta a continuación a un dispositivo de inducción 23, en el que se seca el agente de pasivación de la capa de pasivación 12. Finalmente el tubo se alimenta a un 55 dispositivo de sellado 24, en el que la capa de sellado 13 se aplica sobre la capa de pasivación 12. Al dispositivo de sellado 24 puede estar conectado aguas abajo un dispositivo de calentamiento, por ejemplo un dispositivo de aire caliente (no mostrado), en el que se cura la capa de sellado 13, en particular mediante reticulación de plásticos del material de sellado del material de sellado.

60 El dispositivo de galvanización 21 en la forma de realización representada está construido en cuatro pasos. Por ejemplo pueden estar conectados consecutivamente cuatro baños de galvanización. Entre los pasos individuales del dispositivo de galvanización 21, en particular entre los baños, pueden estar previstos dispositivos de secado (no mostrados), que secan el estrato de zinc 110 creado en cada caso en el paso previo. Con la instalación mostrada en la figura 1 se crea una capa de zinc 11, que presenta cuatro estratos 110. Mediante la longitud de los pasos individuales 65 del dispositivo de galvanización y/o la corriente aplicada de los baños de galvanización en combinación con la tasa de rendimiento puede regularse un grosor de capa deseado de los estratos de zinc 110 individuales. La tasa de

rendimiento en el procedimiento de acuerdo con la invención puede ascender, por ejemplo, al menos a 5m/min y preferentemente al menos 10m/min. Los parámetros adicionales, como por ejemplo longitud de baño y corriente se seleccionan preferentemente de modo que el grosor de capa de los estratos de zinc 110 individuales se sitúa en el intervalo de 1 µm a 10 µm y preferentemente en el intervalo de 0,5 a 3 µm. Por ello puede aplicarse una capa de zinc 11 con un grosor de capa total de 4 µm a 40 µm sobre el tubo base 10.

La estructura del sistema de recubrimiento 100 está representada de nuevo esquemáticamente en la figura 3. En esta forma de realización sobre el tubo base 10 están aplicados cuatro estratos de zinc 110, que forman la capa de zinc 11. Sobre la capa de zinc 11 está aplicada una capa de pasivación 12, sobre la que está aplicada una capa de sellado 13. Tal como puede distinguirse de esta representación esquemática, las capas individuales del sistema de recubrimiento 100 son relativamente delgadas, por lo que el sistema de recubrimiento 100 tampoco se daña durante una conformación del producto de tubo 1.

Con la instalación mostrada en la figura 1 puede llevarse a cabo un procedimiento continuo. En particular la aplicación del sistema de recubrimiento 100, que consta de la capa de zinc 11, la capa de pasivación 12 y la capa de sellado 13, puede realizarse en un procedimiento continuo. La tasa de rendimiento en el procedimiento de acuerdo con la invención puede ascender, por ejemplo, al menos a 5m/min y preferentemente al menos 10m/min, es decir, el tubo base se guía con esta velocidad a través de los dispositivos 20 a 24 hasta que se obtenga el producto de tubo 1 de acuerdo con la invención.

Una representación esquemática de un producto de tubo 1 se muestra esquemáticamente en la figura 2, en donde, para una mejor visibilidad las capas individuales del sistema de recubrimiento 1 no se muestran parcialmente.

En la figura 4 se muestra una muestra de tubo de un producto de tubo de acuerdo con la invención en comparación con dos muestras de tubo de tubos galvanizados y pasivizados convencionalmente en el ensayo de niebla salina neutra (ensayo NSS por sus siglas en inglés) según la norma DIN EN ISO 9227 después de 96 horas. Las muestras de tubo presentan un diámetro de 15 mm y un espesor de pared de 1,2 mm. Las muestras de tubo se han doblado 180° con un radio de flexión de 2,5 veces del diámetro de tubo externo. Las muestras, que también se denominan codos de tubo, se han doblado en este sentido después de la aplicación del sistema de recubrimiento. Como se puede observar en la figura 4, los codos de tubo recubiertos de manera convencional ya después de 96 horas muestran una herrumbre blanca intensa. El codo de tubo del producto de tubo de acuerdo con la invención no muestra en cambio esencialmente ninguna herrumbre blanca.

En la figura 5 se muestra una muestra de tubo de un producto de tubo de acuerdo con la invención en comparación con dos muestras de tubo de tubos galvanizados y pasivizados convencionalmente en el ensayo de niebla salina neutra (ensayo NSS por sus siglas en inglés) según la norma DIN EN ISO 9227 después de 168 horas. Las muestras de tubo presentan un diámetro de 15 mm y un espesor de pared de 1,2 mm. Las muestras de tubo se han doblado 180° con un radio de flexión de 2,5 veces del diámetro de tubo externo. También de esta figura 5 puede distinguirse que incluso después de 168 horas el codo de tubo del producto de tubo de acuerdo con la invención no muestra esencialmente ninguna herrumbre blanca, mientras que la incidencia de herrumbre blanca en las muestras comparativas ha seguido aumentando.

La invención no está limitada a las formas de realización mostradas. Por ejemplo, el producto de tubo sobre la capa de sellado puede presentar una capa de barniz adicional, que está aplicada, por ejemplo mediante lacado con pintura en polvo o lacado en húmedo sobre la capa de sellado. Esta capa de barniz sirve esencialmente para fines decorativos y de acuerdo con la invención no es necesaria, dado que la resistencia a la corrosión gracias al sistema de recubrimiento de acuerdo con la invención es suficiente.

#### Lista de referencias

- 1 producto de tubo
- 10 tubo base
- 100 sistema de recubrimiento
- 11 capa de zinc
- 110 estrato
- 12 capa de pasivación
- 13 capa de sellado
- 20 dispositivo de tratamiento previo
- 21 dispositivo de galvanización
- 22 dispositivo de pasivación
- 23 dispositivo de inducción
- 24 dispositivo de sellado

## REIVINDICACIONES

1. Producto de tubo (1) con un tubo base (10) de una aleación de acero con una superficie perimetral interna y una superficie perimetral externa, en donde el tubo base (10) presenta al menos sobre una parte de las superficies perimetrales un sistema de recubrimiento (100), que presenta la siguiente estructura de capa:
  - capa de zinc (11) con un porcentaje de zinc predominante;
  - capa de pasivación (12), que está exenta de Cr-VI;
  - capa de sellado (13);
 en donde la capa de zinc (11) comprende al menos tres estratos (110), en donde los estratos (110) son estratos aplicados separados unos de otros y sucesivamente, y los estratos (110) presentan en cada caso un grosor de capa de 1  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ , la capa de sellado (13) presenta compuestos orgánicos a base de plásticos y la capa de sellado (13) sobre la capa de pasivación (12) presenta un grosor de capa entre 0,5 y 3  $\mu\text{m}$ , **caracterizado por que** el agente de pasivación de la capa de pasivación sobre la capa de zinc contiene sales de cromo III.
2. Producto de tubo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los compuestos orgánicos en la capa de sellado (13) presentan compuestos orgánicos a base de poliésteres y/o poliácridatos.
3. Producto de tubo según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** la capa de sellado (13) presenta a escala nanométrica partículas de óxido de silicio.
4. Producto de tubo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la capa de zinc (11) presenta un grosor de capa total en el intervalo de 3 a 40  $\mu\text{m}$ , preferentemente en el intervalo de 4 a 25  $\mu\text{m}$ .
5. Producto de tubo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** una muestra de codo de tubo del producto de tubo (1) conformada con un ángulo de flexión de 180° y un radio de flexión de al menos 1,5 veces el diámetro externo de tubo presenta una resistencia a la herrumbre blanca de al menos 24 horas, de manera más preferida al menos 96 horas, y de manera más preferida de al menos 168 horas, en el ensayo de niebla salina neutra según la norma DIN EN ISO 9227.
6. Producto de tubo según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la muestra de codo de tubo del producto de tubo (1) presenta una sección longitudinal, que está configurada arqueada en dirección axial, en donde el radio de flexión en la superficie perimetral externa asciende a 2,5 veces el diámetro externo de tubo.
7. Procedimiento para la fabricación de un producto de tubo, **caracterizado por que** el procedimiento comprende al menos las siguientes etapas para la aplicación de un sistema de recubrimiento (100) sobre al menos una parte de las superficies perimetrales de un tubo base (10) con una superficie perimetral interna y una superficie perimetral externa:
  - aplicación de al menos tres estratos (110) de una capa de zinc (11) con un porcentaje de zinc predominante sobre el tubo base (10) de una aleación de acero, - en donde los estratos (110) se aplican separados unos de otros y sucesivamente y los estratos (110) presentan en cada caso un grosor de capa de 0,5  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ ;
  - aplicación de un agente de pasivación exento de Cr-VI, que contiene sales de cromo III, para la configuración de una capa de pasivación (12) sobre la capa de zinc (11);
  - aplicación de un agente de sellado, que presenta compuestos orgánicos a base de plásticos, sobre la capa de pasivación (12) para configurar una capa de sellado (13) con un grosor de capa entre 0,5 y 3  $\mu\text{m}$ .
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** las etapas de procedimiento para la aplicación del sistema de recubrimiento (100) se llevan a cabo como procedimiento continuo, en particular como un procedimiento continuo.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** la tasa de rendimiento asciende a al menos 5m/min preferentemente al menos 10m/min.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por que** el producto de tubo (1) se conforma después de la aplicación del sistema de recubrimiento (100), en particular se dobla.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado por que** el tubo se calienta antes y/o después de la aplicación de la capa de sellado (13), preferentemente se calienta de manera inductiva.

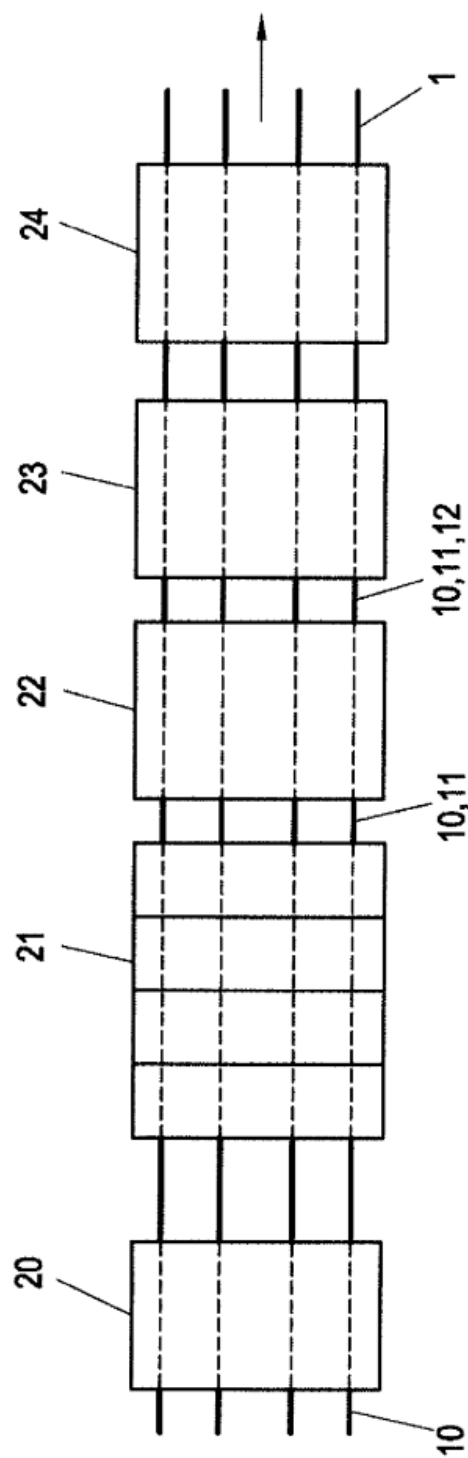


Fig. 1

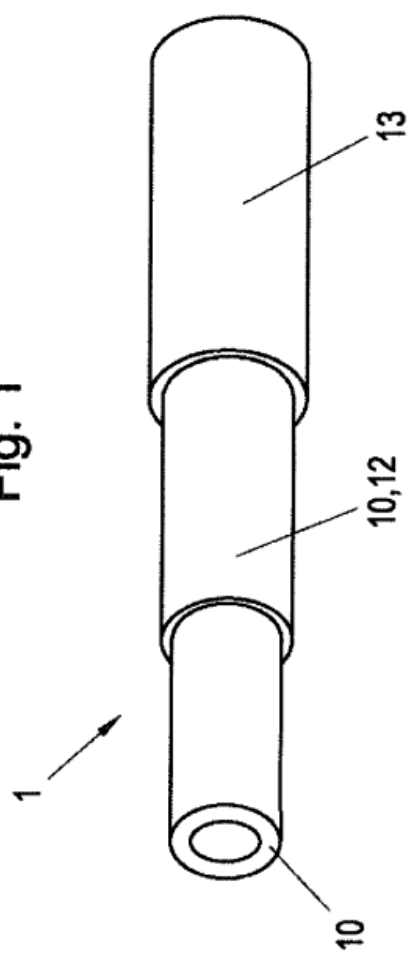


Fig. 2

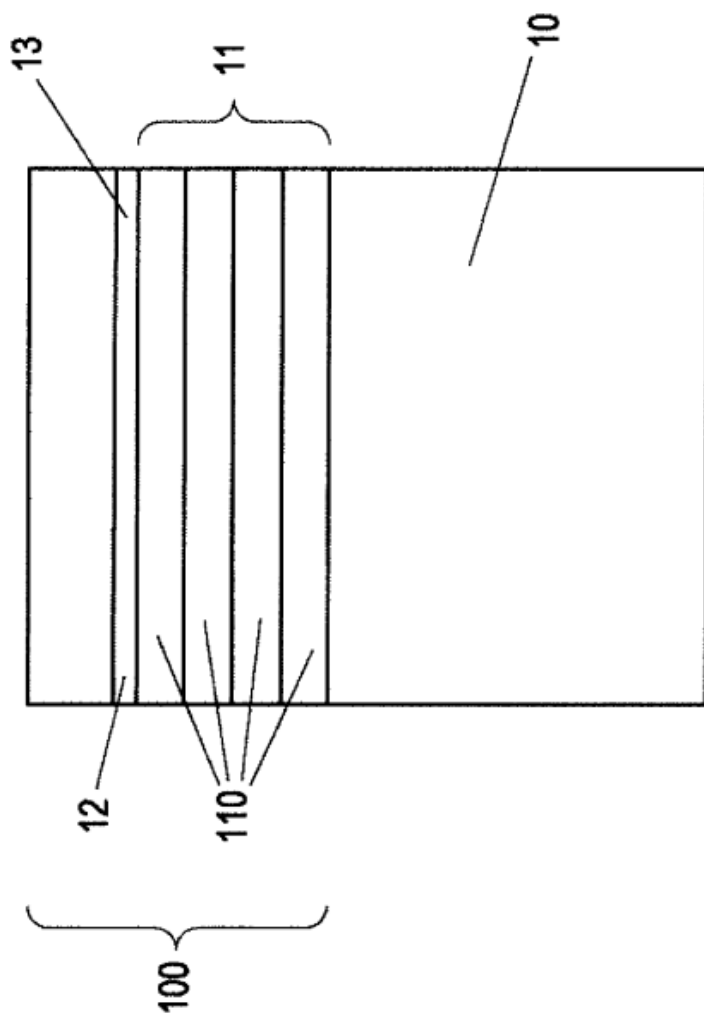


Fig. 3

