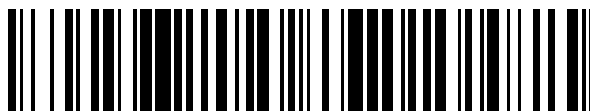


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 339**

51 Int. Cl.:

**C23C 22/34** (2006.01)

**C23C 22/74** (2006.01)

**C23C 22/83** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2012 E 12196521 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2743376**

54 Título: **Agente acuoso y procedimiento de revestimiento para el tratamiento protector frente a la corrosión de sustratos metálicos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.02.2018**

73 Titular/es:  
**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (100.0%)  
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100  
47166 Duisburg, DE**

72 Inventor/es:  
**SONDERMANN, THOMAS;  
STRAHL, CHRISTOPH;  
KIMPEL, MATTHIAS y  
LOSTAK, THOMAS**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 656 339 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

Agente acuoso y procedimiento de revestimiento para el tratamiento protector frente a la corrosión de sustratos metálicos

5 La invención se refiere a una solución acuosa de conversión para el tratamiento protector frente a la corrosión de sustratos metálicos, así como a un procedimiento para el revestimiento de este tipo de sustratos con dicha solución de conversión.

Por lo general, los sustratos metálicos tales como, por ejemplo, chapas de acero para la industria del automóvil, están sujetos en su superficie de manera desventajosa a la corrosión.

10 Sin embargo, la corrosión se puede contrarrestar mediante la aplicación de un revestimiento y/o mediante la generación de una capa de conversión mediante un tratamiento de conversión del sustrato respectivo. En lo que sigue, a la capa de conversión se la entiende como una capa que es formada por transformación química (conversión) del sustrato en su superficie y diferentes componentes de un agente acuoso de pasivación.

15 Un tratamiento de conversión se aplica a menudo como un tratamiento previo. En estos casos, el tratamiento previo se aplica sobre la superficie metálica con el fin de mejorar tanto su resistencia frente a la corrosión como también las propiedades de adherencia. De este modo, se prepara la superficie para ser provista de un revestimiento orgánico adicional.

20 El documento DE 10 2006 000 600 B4 da a conocer un procedimiento para el revestimiento de superficies metálicas. La composición acuosa utilizada para el revestimiento comprende al menos un fosfato, al menos un compuesto de zirconio, un formador de complejos, así como cationes de aluminio y/o zinc. En el mismo sentido, a partir del documento JP 2006 213 959 A se conoce una composición para el tratamiento en superficie de materiales metálicos, que debe contener al menos un tipo de compuesto de ácido fosfórico. De manera complementaria a ello, el documento JP 2009 161 830 A propone mejorar soluciones acuosas de sales de metales de carácter ácido que pueden comprender ácido fosfórico, mediante una combinación de dos organosiloxanos: un isocianato-organosiloxano bloqueado se aplica junto con un siloxano funcional con un grupo amino o glicida y, a continuación, se calcina, con lo que el grupo isocianato se descompone, se activa y se hace reaccionar en caliente con el siloxano funcional y también con la capa metálica.

25 En el mismo sentido, el documento JP 2009 280 889 propone anclar grupos amina reticulantes mediante aminoalquilación en una mezcla de siloxano-prepolímero, los cuales, a continuación, pueden reticularse con grupos epoxi contenidos de otros siloxanos, con el fin de proporcionar de este modo una mezcla polimérica de conversión de rápido endurecimiento.

30 Alternativamente a los sistemas de siloxano, el documento JP 2007 177 314 A enseña el uso de un aglutinante de vidrio soluble que comprende oligómeros de alcoxi-siloxano e iones ácido fosfato; esta mezcla se adecua particularmente bien para generar revestimientos de cojinetes de fricción estables.

35 En virtud de las influencias negativas del medio ambiente, sin embargo, procedimientos que emplean compuestos de fosfato y compuestos de cromo son reemplazados de manera creciente por métodos alternativos.

Una posible alternativa es el empleo de soluciones acuosas de carácter ácido de complejos de fluoro, cuyas propiedades protectoras frente a la corrosión son conocidas.

40 A partir del documento DE 10 2008 014 465 A1 se conoce, por ejemplo, un agente acuoso exento de cromo para el tratamiento de conversión protector frente a la corrosión de superficies metálicas. El agente contiene compuestos de zirconio y flúor, así como compuestos solubles en agua que liberan iones hierro y cobre. Después del tratamiento de conversión, la superficie metálica es sometida a un barnizado por inmersión subsiguiente.

45 Si el tratamiento de conversión ha de servir como tratamiento previo para un revestimiento adicional, entonces aumentan los requisitos establecidos a las propiedades de adherencia de la capa de conversión. Es preciso mejorar tanto la adherencia entre el sustrato y la capa de conversión como la adherencia entre la capa de conversión y la capa adicional, con el fin de evitar en lo posible efectos negativos tales como, por ejemplo, una infiltración de la herrumbre en las capas protectores frente a la corrosión.

50 El documento EP 1 900 846 A1 describe un procedimiento para el tratamiento de conversión químico de sustratos metálicos. Conforme al procedimiento del documento EP 1 900 846 A1, zirconio y flúor sirven como componentes para la formación de la capa de conversión y como agentes cáusticos sobre la superficie metálica, de modo que se puede aumentar la resistencia frente a la corrosión. Adicionalmente, un alcoxisilano que presenta un grupo amino se utiliza como componente adicional para mejorar la adherencia de la capa de conversión tanto en el sustrato como en un revestimiento a aplicar posteriormente.

En el caso de utilizar silanos que presentan grupos amino en calidad de grupos funcionales, se ha de observar, sin embargo, que la adherencia de la capa de conversión en una capa de barniz aplicada por encima no siempre satisface los requisitos establecidos.

5 Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de agentes y procedimientos para el revestimiento protector frente a la corrosión de sustratos metálicos que, junto a propiedades protectoras frente a la corrosión tengan propiedades de adherencia óptimas, con lo cual se puede evitar ampliamente el riesgo de la infiltración del barniz.

10 La misión de la presente invención consiste en proporcionar una solución acuosa de conversión para el tratamiento protector frente a la corrosión de sustratos metálicos que, en relación con la protección frente a la corrosión, presente propiedades en lo posible buenas y que esté ligado con influencias sobre el medio ambiente negativas lo más escasas posibles.

Este problema se resuelve mediante la solución de conversión propuesta conforme a la reivindicación 1.

En las reivindicaciones 2 a 6, se representan formas de realización preferidas de la solución de conversión.

15 El uso de alcoxisilanos con grupos epoxi funcionales en la solución de conversión conforme a la reivindicación 1 permite renunciar al uso de silanos que presentan grupos amino. El efecto adherente lo puede desplegar en este caso el grupo epoxi que puede entrar en reacción con grupos amino de un revestimiento aplicado adicionalmente.

La solución de conversión está exenta de fosfato, de modo que la proporción de aniones del fósforo con contenido en oxígeno contenidos en ella no sobrepasa preferiblemente 10 ppmw (partes por millón en peso), de manera particularmente preferida 1 ppmw.

20 Mediante el uso de la solución de conversión exenta de fosfato conforme a la reivindicación 1 se puede evitar, en particular, el inconveniente de la formación de lodos por precipitación local de fosfatos difícilmente solubles.

La solución de conversión está exenta de cromo, de modo que la proporción de iones cromo contenidos en la misma no sobrepasa preferiblemente 10 ppmw (partes por millón en peso), de manera particularmente preferida 1 ppmw.

25 Con la solución de conversión exenta de cromo y fosfato conforme a la reivindicación 1 se pueden reducir ampliamente posibles impactos medioambientales.

El componente de zirconio coopera, en particular mediante la formación de una capa de óxido pasivante sobre la superficie del sustrato, en el efecto protector frente a la corrosión de la solución de conversión.

30 El compuesto que se disocia en solución acuosa en complejos de zirconio-flúor o complejos de titanio-flúor se elige del grupo consistente en ácido hexafluorozircónico, hexafluorozirconato dipotásico, hexafluorozirconato disódico, hexafluorozirconato de amonio, hexafluorozirconato de magnesio, hexafluorozirconato de dilitio y de los compuestos de titanio análogos, así como de sus combinaciones.

La concentración del zirconio oscila preferiblemente en el intervalo de  $10^{-5}$  mol/l a  $10^{-1}$  mol/l, más preferiblemente en el intervalo de  $2 \cdot 10^{-5}$  mol/l a  $10^{-2}$  mol/l, y de manera particularmente preferida en el intervalo de  $10^{-4}$  mol/l a  $2 \cdot 10^{-3}$  mol/l, referido a la solución acuosa de conversión.

35 El compuesto liberador de iones de metales con los iones de metales liberados influye ventajosamente en la termodinámica y la cinética del proceso de conversión en el sustrato metálico a revestir.

40 El compuesto utilizado para la solución de conversión de acuerdo con la invención, que libera cationes de metales en solución acuosa, puede ser, por ejemplo, cloruro de hierro, citrato de hierro, fosfato de hierro, sulfato de hierro, acetato de hierro, tartrato de hierro, compuesto de hierro-ácido carboxílico, acetato de cobre, cloruro de cobre, nitrato de cobre, sulfato de cobre, compuesto de cobre-ácido carboxílico, cloruros de plata, acetato de plata, sulfato de plata, nitrato de plata, cloruro de níquel, sulfato de níquel, fluoruro de níquel, nitrato de níquel, acetato de níquel, compuesto de níquel-ácido carboxílico o su combinación.

La concentración preferida de los cationes de metales, referida a la solución acuosa de conversión, oscila en el intervalo de  $10^{-6}$  mol/l a  $10^{-1}$  mol/l, más preferiblemente en el intervalo de  $10^{-5}$  mol/l a  $10^{-2}$  mol/l, y de manera particularmente preferida en el intervalo de  $2 \cdot 10^{-5}$  mol/l a  $10^{-3}$  mol/l.

45 El alcoxisilano de la solución de conversión de acuerdo con la reivindicación 1 se utiliza como inductor de la adherencia. En esta función, el alcoxisilano forma una fase inductora de la adherencia en cada caso entre dos superficies límite. En este caso, el alcoxisilano puede emplearse como molécula de acoplamiento entre óxidos de metales, por ejemplo en la superficie de un fleje de acero cincado y una capa de revestimiento superior, tal como una capa polimérica, por ejemplo un barniz. Partiendo de precursores moleculares, se forma en este caso un revestimiento de sol-gel que se une (en parte de forma covalente) con la capa de revestimiento a través de una red interpenetrante.

50

- Particularmente ventajoso para una inducción de la adherencia con éxito es una funcionalidad molecular del alcoxisilano adecuada. El efecto inductor de la adherencia del alcoxisilano de la solución de conversión conforme a la reivindicación 1 viene dada, por una parte, por una reacción del grupo epoxi con un grupo amino de la capa de revestimiento superior y, por otra parte, por una unión covalente a un óxido de metal del sustrato metálico a través de un grupo hidroxilo procedente de la hidrólisis del alcoxisilano.
- El alcoxisilano de la solución de conversión conforme a la reivindicación 1 se elige al menos de uno de los siguientes compuestos: [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-trimetoxisilano, [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-trietoxisilano, [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-metildietoxisilano, [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-metildimetoxisilano, [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-dimetiletóxisilano.
- De acuerdo con una forma de realización de la invención, la proporción en peso del alcoxisilano oscila entre 0,45% en peso y 5% en peso, preferiblemente la proporción en peso oscila entre 0,6% en peso y 3% en peso y de manera particularmente preferida entre 0,8% en peso y 1,5% en peso de la solución de conversión.
- Para la función de la solución acuosa de conversión conforme a la reivindicación 1, es ventajoso que presente un valor del pH en el intervalo ácido. Esto se puede conseguir, por ejemplo, debido a que el compuesto que disocia complejos de zirconio- o bien de titanio-flúor se emplea en forma de un ácido. Preferiblemente, el valor del pH de la solución de conversión oscila en el intervalo entre 2,5 y 5, de manera particularmente preferida entre 3,5 y 4.
- Adicionalmente, la solución de conversión puede contener un sistema tampón que puede utilizarse para el ajuste del valor del pH de la solución de conversión. El sistema tampón puede comprender sustancias tampón tales como, por ejemplo, bicarbonato de amonio, aminas orgánicas, hidróxidos de metales alcalinos, carbonatos de metales alcalinos o bicarbonatos de metales alcalinos.
- Otra misión de la presente invención consiste en proponer un procedimiento para el revestimiento de sustratos metálicos que ofrezca una protección frente a la corrosión, en lo posible buena, para las superficies revestidas.
- La solución de este problema viene dada por el procedimiento para el revestimiento de sustratos metálicos conforme a la reivindicación 8.
- Las reivindicaciones 9 a 12 representan variantes de realización preferidas del procedimiento.
- De manera correspondiente, el procedimiento de acuerdo con la invención presenta las siguientes etapas de procedimiento:
- Primeramente, se prepara una solución de conversión conforme a una de las reivindicaciones 1 a 7. Para ello, se proporciona una solución acuosa que contiene complejos de zirconio- o de titanio-flúor disociados. A continuación, a esta solución se le añade un compuesto soluble en agua que puede liberar cationes de metales, en donde los cationes de metales son iones de hierro, cobre, plata y/o níquel. El valor del pH de la solución se ajusta a un valor entre 2,5 y 5. El ajuste del valor del pH puede tener lugar mediante la adición de sustancias tampón. Sustancias tampón típicas que pueden utilizarse en este caso son bicarbonato de amonio, aminas orgánicas, hidróxidos de metales alcalinos, carbonatos de metales alcalinos (K, Na, Li) o bicarbonatos de metales alcalinos (K, Na, Li). Además, a la solución se le agrega un alcoxisilano, presentando el alcoxisilano al menos un grupo epoxi.
- La solución de conversión previamente preparada se aplica sobre un sustrato metálico. La aplicación de la solución sobre el sustrato puede llevarse a cabo en este caso mediante la inmersión del sustrato o al menos una parte del sustrato tal como, por ejemplo, una superficie del sustrato, en la solución de conversión. Sin embargo la aplicación puede tener lugar también mediante la inyección de la solución en al menos partes del sustrato o mediante revestimiento. La aplicación tiene lugar a la temperatura ambiente, es decir, a una temperatura entre 15 °C y 30 °C, de preferencia en aprox. 20 °C. La solución de conversión se aplica sobre el sustrato durante un tiempo de aplicación que oscila entre 0,5 segundos y 500 segundos, preferiblemente entre 3 s y 300 s.
- El sustrato tratado mediante la solución de conversión se seca a continuación. En este caso, es posible un aclarado adicional con agua desionizada o sanitaria, pero no es necesario. Preferiblemente, el secado tiene lugar en una corriente de nitrógeno o de aire. En algunas formas de realización del procedimiento, el secado tiene lugar en la corriente gaseosa previamente secada. El gas puede calentarse en este caso de manera ventajosa. Una reducción de la presión y/o una incorporación directa de energía mediante la aplicación de radiación infrarroja (IR) y/o radiación infrarroja cercana (NIR), así como eventualmente radiación UV, puede actuar de manera de apoyo durante el secado. Otra posibilidad del secado viene dada por el secado por sublimación ("liofilización").
- De acuerdo con otra forma de realización, el procedimiento comprende, además, la etapa de procedimiento del secado forzado a 40 °C hasta 120 °C, preferiblemente a 80 °C hasta 100 °C. El secado forzado puede llevarse a cabo después del secado del sustrato tratado. Por ejemplo, puede tener lugar mediante una instalación de estufa o de armario de secado correspondientemente adecuada. Mediante el secado forzado puede alcanzarse ventajosamente una unión covalente particularmente eficaz de los silanos utilizados a la superficie del sustrato.

5 Preferiblemente, el sustrato se limpia antes de la aplicación de la solución de conversión. La limpieza puede abarcar, por ejemplo, la aplicación de uno o varios agentes de limpieza por inmersión alcalinos o alcalinos suaves. Además, puede incluir un lavado del sustrato con producto desionizado o agentes equiparables, así como un secado del sustrato en una corriente de aire caliente. Mediante un tratamiento de limpieza de este tipo puede aumentarse, en particular, la eficacia del subsiguiente tratamiento de conversión.

10 Según una forma de realización del procedimiento, el sustrato tratado puede ser provisto de un revestimiento adicional. Preferiblemente, el sustrato es revestido después del tratamiento con la solución de conversión y después del secado del sustrato con un sistema de barnizado adecuado. A los sistemas de barnizado particularmente adecuados pertenecen barnices en polvo, barnices KT, barnices de revestimiento helicoidal, sistemas de barniz altamente resistentes a la intemperie, así como sistemas de barnizado UV. Preferiblemente, los barnices comprenden compuestos que permiten una unión con los alcoxisilanos. El revestimiento adicional con barniz aumenta la resistencia frente a la corrosión del sustrato y en este caso puede influir ventajosamente también sobre otras propiedades, por ejemplo visuales, de las superficies tratadas.

15 Abarcado por la presente invención se encuentra también el sustrato metálico que fue tratado o bien revestido por medio del procedimiento precedentemente descrito. A los sustratos adecuados pertenecen, en particular, aleaciones de ZnAl (Galfan®, Galvalume®), flejes de acero cincados electrolíticamente, aleaciones de ZnAlMg, aluminio y sus aleaciones (incluidas aleaciones de fundición), superficies de hierro y acero, así como aleaciones de magnesio.

La invención se explica seguidamente con ayuda de una figura.

20 La Figura 1 muestra un ejemplo de realización de una estructura estratificada esquemática de un sustrato tratado conforme a la invención.

En particular, en la Figura 1 se representa un corte de un sustrato tratado en sección transversal. La figura ha de servir únicamente para explicar la estructura estratificada básica del sustrato tratado. No es adecuada para proporcionar posibles informaciones en relación con el grosor de capa o transiciones entre capas.

25 Los límites entre las distintas capas 1, 2, 3, 4 se representan como líneas discontinuas, con el fin de indicar que entre las capas 1, 2, 3, 4 no tiene lugar, en general, una transición repentina, sino una transición fluyente dentro de un determinado intervalo.

30 El sustrato metálico a tratar viene dado en el ejemplo representado en la Figura 1 por una chapa de acero cincada al fuego. La plancha de acero cincada comprende de manera correspondiente una capa más inferior 1 que se compone esencialmente de acero y un revestimiento de zinc 2. El revestimiento de zinc contiene predominantemente zinc y óxidos de zinc. En lugar de las capas 1 y 2 pueden utilizarse también otros sustratos tratados o no tratados tales como aleaciones de aluminio, aleaciones de ZnAlMg, aleaciones de magnesio o similares.

35 Una capa de conversión 3 situada por encima se forma mediante un tratamiento de conversión del sustrato. Para ello, el sustrato es puesto en contacto, después de una limpieza en una instalación de baño, durante varios segundos con la solución de conversión. Mediante el subsiguiente secado a 80 °C hasta 100 °C puede alcanzarse, en particular, una buena adherencia de las capas 2 y 3 mediante la unión covalente de los silanos a la superficie del sustrato 2. Los alcoxisilanos contenidos en la capa de conversión 3 procuran una buena adherencia de la capa de corrosión 3, así como en el revestimiento de zinc 2, al igual que también en la capa de barniz 4 aplicada como capa más superior. Compuestos orgánicos contenidos en la capa de barniz 4 están provistos de grupos amino, de modo que puede tener lugar una reacción de estos grupos amino con los grupos epoxi del silano, lo cual resulta en una unión mejorada de la capa de conversión 3 con la capa de barniz 4.

#### Lista de símbolos de referencia

- |      |                    |
|------|--------------------|
| 1    | sustrato           |
| 2    | revestimiento      |
| 45 3 | capa de conversión |
| 4    | capa de barniz.    |

**REIVINDICACIONES**

1. Solución acuosa de conversión para el tratamiento protector frente a la corrosión de sustratos metálicos como tratamiento previo para un revestimiento adicional, consistente en
  - al menos un compuesto que se disocia en solución acuosa en complejos de zirconio- o de titanio-flúor,
- 5
  - al menos un compuesto soluble en agua que libera cationes de metales, elegido del grupo consistente en: iones hierro, cobre, plata o níquel, y
  - un alcoxisilano soluble en agua que presenta al menos un grupo epoxi,
  - un sistema tampón opcional para el ajuste del valor del pH, caracterizada por que
  - la solución de conversión está esencialmente exenta de fosfato y de cromo,
- 10
  - el alcoxisilano, para la formación de una fase inductora de adherencia, es un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-trimetoxisilano, un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-trietoxisilano, un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-metildietoxisilano, un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-metildimetoxisilano, un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-dimetiletetoxisilano o una combinación de los mismos, y
- 15
  - en la solución acuosa de conversión se renuncia al uso de silanos que presentan grupos amino, pudiendo tener lugar una reacción de grupos amino de una capa de barniz subsiguiente con los grupos epoxi de la fase inductora de adherencia.
2. Solución acuosa de conversión según la reivindicación precedente, caracterizada por que el compuesto, que se disocia en solución acuosa en complejos de zirconio- o de titanio-flúor, se elige del grupo consiste en hexafluorozirconato dipotásico, hexafluorozirconato disódico, hexafluorozirconato de amonio, hexafluorozirconato de magnesio, hexafluorozirconato de dilítico y de sus combinaciones, así como de los compuestos de titanio-flúor análogos y sus combinaciones.
- 20
3. Solución acuosa de conversión según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la concentración de zirconio se encuentra en el intervalo de  $10^{-5}$  mol/l a  $10^{-1}$  mol/l.
4. Solución acuosa de conversión según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el compuesto que libera cationes de metales se elige del grupo consistente en cloruros de hierro, citratos de hierro, fosfatos de hierro, sulfatos de hierro, acetatos de hierro, tartratos de hierro, compuestos de hierro-ácido carboxílico, acetatos de cobre, cloruros de cobre, nitratos de cobre, sulfatos de cobre, compuestos de cobre-ácido carboxílico, cloruros de plata, acetatos de plata, sulfatos de plata, nitratos de plata, cloruros de níquel, sulfatos de níquel, fluoruros de níquel, nitratos de níquel, acetatos de níquel, compuestos de níquel-ácido carboxílico y sus combinaciones.
- 25
- 30
5. Solución acuosa de conversión según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la concentración de los cationes de metales se encuentra en el intervalo de  $10^{-6}$  mol/l a  $10^{-1}$  mol/l.
6. Solución acuosa de conversión según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la proporción en peso del alcoxisilano oscila entre 0,45% en peso y 5% en peso.
- 35
7. Solución acuosa de conversión según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el valor del pH oscila entre 2,5 y 5.
8. Procedimiento para el revestimiento de sustratos metálicos, que presenta las siguientes etapas de procedimiento:
  - preparación de una solución de conversión conforme a una de las reivindicaciones 1 a 7 mediante
- 40
  - la adición de un compuesto soluble en agua que libera cationes de metales, elegidos de iones de hierro, cobre, plata y/o níquel a una solución acuosa que contiene complejos disociados de zirconio- o de titanio-flúor,
  - ajuste del valor del pH de la solución mediante la adición de una sustancia tampón a un valor que oscila entre 2,5 y 5, y
  - adición de un alcoxisilano a la solución, en donde
- 45
  - el alcoxisilano presenta al menos un grupo epoxi,
  - la solución de conversión está esencialmente exenta de fosfato y de cromo,

- el alcoxisilano es un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-trimetoxisilano, un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-trietoxisilano, un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-metildietoxisilano, un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-metildimetoxisilano, un [3-2(2,3-epoxipropoxi)-propil]-dimetiletoxosilano o una combinación de los mismos,

- en la solución de conversión se renuncia al uso de silanos que presentan grupos amino;

5 - aplicación de la solución de conversión sobre el sustrato, teniendo lugar la aplicación de la solución de conversión mediante inmersión, inyección o revestimiento a la temperatura ambiente, oscilando el tiempo de aplicación entre 0,5 s y 500 s;

10 - secado del sustrato tratado, en donde el alcoxisilano forma, como tratamiento previo para otro revestimiento, una fase inductora de la adherencia y en donde puede tener lugar una reacción de grupos amino de una subsiguiente capa de barniz con los grupos epoxi de la fase inductora de la adherencia,

9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el secado tiene lugar en una corriente de nitrógeno o de aire, mediante secado por sublimación y/o aplicando radiación IR, NIR o UV.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 9, caracterizado por que después de la etapa de procedimiento del secado tiene lugar un secado forzado a 40°C hasta 120°C, preferiblemente a 80°C hasta 100°C.

15 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que antes de la etapa de procedimiento de la aplicación de la solución de conversión tiene lugar una limpieza del sustrato.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado por que el procedimiento comprende, además, después de la formación de la fase inductora de la adherencia por parte del alcoxisilano, un revestimiento del sustrato tratado con un sistema de barnizado.

20

Figura 1

