



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 930**

51 Int. Cl.:
C23C 18/02 (2006.01)
C23C 18/12 (2006.01)
C23C 20/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06022490 .4**
96 Fecha de presentación : **27.10.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1918418**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.05.2008**

54 Título: **Método para el recubrimiento de un substrato.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.05.2011

73 Titular/es: **TATA STEEL UK LIMITED**
30 Millbank
London SW1P 4WY, GB

72 Inventor/es: **Li, Wu**

74 Agente: **García Egea, Isidro José**

ES 2 359 930 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

Método para el recubrimiento de un sustrato.

CAMPO DE LA INVENCIÓN

- 5 La presente invención se relaciona con el campo de los recubrimientos resistentes a la abrasión para sustratos en espiral y un método para producir productos en espiral revestidos, en particular, pero no exclusivamente, recubrimientos inorgánicos/orgánicos, resistentes a la abrasión para sustratos en espiral.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

- 10 Durante su producción, las superficies de los productos en banda o enrollados están expuestas a tortuosas operaciones de enrollado, temperaturas elevadas y ambientes corrosivos, que pueden imposibilitar la puesta en práctica del enrollado durante su uso en una variedad de aplicaciones. Por tanto, existe una razón importante para aplicar tratamientos superficiales a sustratos en bandas o en espiral, principalmente para reforzar las virtudes técnicas, estéticas y medioambientales de estos productos mientras se continúa utilizando técnicas de fabricación coste –
15 efectivas. Los tratamientos superficiales tienen a proporcionar una propiedades mejoradas con relación a la superficie tales como en cuanto a la resistencia al desgaste, abrasión, fatiga y corrosión, además de reforzar la manejabilidad y facilidad de formación de los productos.

- 20 El reciente trabajo en el desarrollo ha resultado en la aplicación de recubrimiento protector sobre sustratos de polímeros. Por ejemplo, las resinas de poliuretano se consideran ahora aceptables para recubrir materiales plásticos para comunicar resistencia a la abrasión porque incluso aunque la resistencia a la abrasión de tales revestimientos de poliuretano no es tan buena como algunos recubrimientos basados en el siloxano, siendo menos caros los recubrimientos de poliuretano.

- 25 Se han desarrollado exitosamente recubrimientos resistentes a los rasguños y a la abrasión y se han explotado comercialmente para proteger de la abrasión la superficie de plásticos transparentes. En algunas técnicas, una dispersión ácida de sílice coloidal y silsesquioxano hidroxilado ha sido utilizada en un medio de alcohol – agua para revestir sustratos tales como lentes acrílicas para proporcionar un revestimiento resistente a la abrasión.

- 30 Además, se ha llevado a cabo una significativa labor investigadora para mejorar la resistencia al rasguño y a la abrasión de sustratos cerámicos, tales como el cristal, por el uso de soluciones acuosas ácidas para depositar revestimientos inorgánicos.

- 35 En contraste con los esfuerzos para mejorar los revestimientos resistentes a la abrasión y los rasguños para sustratos cerámicos o basados en polímeros, se ha informado hasta ahora de muy pocos revestimientos que puedan combinar flexibilidad con dureza para sustratos metálicos, en especial, para productos en láminas fabricados por procedimientos de revestimiento de espiral. La flexibilidad del revestimiento en tales aplicaciones es necesaria para proteger el espiral de las consecuencias de deterioro de operaciones tortuosas de enrollado durante la fabricación, mientras que la dureza relativa del revestimiento es necesaria para comunicar una excelente resistencia a la abrasión o al rasguño. Tales propiedades han sido comunicadas hasta ahora al producto en lámina por la aplicación sobre su superficie de un revestimiento orgánico o inorgánico.

- 40 De forma ideal, un producto en banda o enrollado fabricando en procesos de extracción exige un revestimiento que sea lo suficientemente flexible como para resistir operaciones de enrollado y que tenga la suficiente resistencia a la abrasión como para soportar un ambiente de producción en el que la superficie de la espiral podría ser dañada y, en consecuencia, sus propiedades deterioradas hasta niveles intolerables.

- 45 El objeto de esta invención es crear un revestimiento multifuncional que pueda ser aplicado en un pase único utilizando la tecnología existente de revestimiento. La flexibilidad del revestimiento puede ser conseguida por el uso de materiales orgánicos mientras que la dureza de los materiales inorgánicos puede mejorar las propiedades mecánicas.

- 50 Un objeto de esta invención es combinar los componentes orgánicos e inorgánicos en un material para proporcionar un material híbrido orgánico – inorgánico. Dependiendo de la fracción molecular, de la relación entre la fracción molecular orgánica e inorgánica y de las condiciones de reacción, las propiedades pueden ser variadas continuamente de materiales suaves y flexibles a duros y quebradizos y, así, permitir la “confección a medida” de ciertas propiedades para formar un revestimiento óptimo.

- 55 Tales revestimientos multifuncionales descritos en la invención de esta patente pueden ser realizados por el uso del procedimiento sol – gel, mientras que el material inorgánico puede ser sintetizado en medios orgánicos a temperaturas a las cuales los compuestos orgánicos son

térmicamente estables. El procedimiento sol – gel comienza con una dispersión coloidal, o “sol”, de las reacciones de hidrólisis y condensación de los alcóxidos de metal tal como los alcóxidos de metal de silicona, aluminio o titanio. Por medio del curado subsiguiente (reticulación química, desestabilización electrostática, evaporación solvente o alguna combinación de aquellos), el “sol”
5 puede ser transformado en un gel rígido, que podría tomar la forma de un gel rígido, que podría adoptar diferentes formas tales como películas, monocristales o fibras.

Debido a la naturaleza de los recubrimientos (transparente, duro aunque flexible), se percibe que los usos ideales se dan en el ámbito doméstico y del sector de los bienes de consumo. De aquí se extrae que fueran seleccionados como artículos de referencia los poliésteres de uso doméstico, en
10 se que una excelente flexibilidad es importante, y los productos co – laminados, donde lo es una excelente resistencia a la abrasión. El objeto es combinar la flexibilidad del poliéster de uso doméstico con la dureza.

No se han conocido, hasta ahora, agentes de reticulación para un procedimiento de revestimiento en espiral, que requiere temperaturas moderadamente altas pero tiempos muy cortos de permanencia, por ejemplo, una temperatura objeto de 232° C con un tiempo de permanencia de 35
15 segundos.

El uso de revestimientos *sol-gel* para aplicaciones de revestimiento en espiral ha sido previamente evitado debido a sus largos tiempos de curado y pobre flexibilidad causados por la realización de tensiones intrínsecas al revestimiento y la rigidez del contenido inorgánico. Con este desarrollo de los revestimientos de esta invención, se ha visto que el producto final combina la dureza asociada con productos co – laminados más duros con una flexibilidad similar a la de los poliésteres DA.
20

La invención se enfrenta con las desventajas y deficiencias de los revestimientos protectores orgánicos o inorgánicos, por sí solos, y proporciona un revestimiento flexible, resistente a la abrasión para una variedad de sustratos. La composición híbrida de revestimiento tiene un compuesto inorgánico de glicidoxialciltrialcoxisilano hidrolizado, un compuesto orgánico seleccionado del grupo consistente en diamina modificada, y un agente de curado. Se prefiere que el compuesto inorgánico sea alcilsilano con un grupo epóxido. La composición es revestida hasta el sustrato de metal preparado/no preparado y, entonces, curado térmicamente para formar una película de revestimiento resistente a la abrasión pero flexible. La flexibilidad del revestimiento híbrido es controlada por la relación molar entre el compuesto orgánico y el inorgánico.
25
30

RESUMEN DE LA INVENCION

Es un propósito de la invención el proporcionar un revestimiento híbrido resistente a la abrasión y flexible, con excelentes propiedades de corrosión y mecánicas.

Es un objetivo de la invención proporcionar un revestimiento resistente a la abrasión para productos en espiral.
35

Es un objetivo ulterior de la invención el proporcionar un revestimiento duradero híbrido, de curación rápida, que puede ser fabricado a temperaturas moderadas, mucho más bajas que las temperaturas altas convencionales exigidas para el procesamiento de materiales inorgánicos.

En un primer aspecto de la invención, se proporciona:
40

Un método de revestimiento de un sustrato que comprende las fases de:

Proporcionar un sustrato;

Preparar un componente inorgánico;

Preparar un componente orgánico

45 Combinar el componente inorgánico con el componente orgánico con carácter previo a la aplicación de la muestra sobre el sustrato;

Aplicación de los componentes inorgánico y orgánico combinados sobre el sustrato;

Exposición de los componentes orgánicos e inorgánicos combinados a una temperatura predeterminada para provocar una reacción entre los componentes inorgánicos y orgánicos de tal forma que se produzca una estructura reticular del revestimiento sobre el sustrato.
50

El componente inorgánico se selecciona del grupo que comprende silanos hidrosilados, y el componente orgánico se selecciona de un grupo que comprende di-aminas modificadas.

De forma ventajosa, la preparación del componente inorgánico y del componente orgánico incluye el pesaje de las partes adecuadas de cada uno de los componentes.

Preferiblemente, la fase de combinación de los componentes inorgánico y orgánico incluye agitación mecánica de los componentes, preferentemente agitación magnética.

- 5 De forma ventajosa, la fase de aplicación de los componentes inorgánicos y orgánicos sobre el sustrato se consigue por revestimiento de tracción de los componentes como una película dotada de un grosor pre – determinado.

En una realización preferente de la invención, la fase de preparación del componente inorgánico se lleva a cabo por hidrosilación de glicidoxialciltrialkoxisilano (GPS), por sí solo.

- 10 Preferentemente, la fase de hidrosilación de GPS se lleva a cabo en combinación con otros silanos.

Preferentemente, la fase de hidrosilación de GPS se lleva a cabo en combinación nano – partículas de sílice coloidal.

- 15 La fase de la preparación del componente orgánico incluye el recubrimiento “endcapping” de etanolamida a un compuesto digloxigleter A bisfenol para producir una amina modificada. Esto incluye amina disfuncional a un compuesto de éter diglicídilo para producir una amina modificada. Las aminas disfuncionales típicas son etanolamina, propilamina y etilamina, ciclohexanamina, etc. Los éteres diglicídilos disfuncionales típicos son el éter diglicídilo A bisfenol.

- 20 Preferiblemente, la relación molar de la etanolamina (diamina) a un compuesto de éter digloxiglo A bifenil (éter diglicídilo) es de 2:1 a 2:1.6.

Preferiblemente, la relación molar de la etanolamina (diamina) a un compuesto de éter digloxiglo A bifenil (éter diglicídilo) es de 2:1.1.

- 25 De forma ventajosa, la fase de exposición de los componentes inorgánicos y orgánicos se lleva a cabo a una temperatura predeterminada en el intervalo de 80° C a 280° C, durante un período generalmente de alrededor de 30 segundos a 30 minutos, se usa preferiblemente aire caliente o corriente o lámpara IR para calentar el sustrato.

Preferiblemente, la fase de exposición de los componentes inorgánicos y orgánicos lleva a una temperatura máxima metálica de entre 160° C a 234° C.

De forma ventajosa, el método puede ser utilizado para revestir un producto en bandas.

- 30 De forma ventajosa, el método puede ser utilizado para revestir un producto en espiral.

Preferiblemente, los componentes inorgánicos y orgánicos combinados se utilizan usando el método de tracción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- 35 Serán descritas ahora realizaciones de la presente invención, por vía de ejemplo sólo con referencia a experimentos implementados como se describe *Infra*.

Los revestimientos híbridos orgánicos/inorgánicos relacionados con esta invención son suministrados en el contexto de un sistema de dos paquetes producido por procesamiento sol-gel, siendo ambos descritos *Infra* con referencia a los dibujos indicados *supra*.

- 40 El revestimiento híbrido está destinado a su aplicación a bandas metálicas preparadas y no preparadas. Los sustratos que pueden tener resistencia mejorada a la abrasión usando los revestimientos *supra* de acuerdo con esta invención incluyen una variedad de sustratos plásticos, incluyendo policarbonato y acrílico, y sustratos no plásticos.

- 45 De acuerdo con esta invención, la composición de revestimiento híbrido resistente a la abrasión comprende un componente inorgánico (“Componente A”) y un componente orgánico (“Componente B”) y cada uno puede ser preparado de la forma siguiente. La preparación del componente inorgánico se lleva a cabo por hidrosilación de alcilalcocoxisilano de glicidoxialciltrialcoxisilano (GPS), por sí solo, o en combinación con otras nanopartículas de silano o sílice coloidal.

- 50 El componente orgánico es una amina modificada preparada por recubrimiento “endcapping” de etanolamina a un compuesto de éter de diglixiglo A bisfenol (amina disfuncional a un compuesto de éter diglicídilo) a una relación molar de 2:1.1. Esto incluye amina disfuncional a un compuesto de éter diglicídilo para producir una amina modificada. Las aminas disfuncionales típicas son la etanolamina,

la propilamina y la etilamina, ciclohexanamina, etc. Los éteres diglicidilos disfuncionales típicos son el éter diglicidilo A bisfenol.

La relación molar entre el grupo glicidóxico del silano y el grupo amino de aminos modificados está en el intervalo de entre 1:0.5 a 2:1.

- 5 La relación de peso entre GPS y otros silanos de 1:0 a 1:1 puede ser utilizada, pero podría ser preferiblemente extendida a 1:2.

10 El silano hidrolizado y la solución de sílice de silano forma el componente A de la fórmula, mientras que un componente orgánico forma el componente B de la formulación. Para preparar el revestimiento híbrido antes de aplicarlo al sustrato, las cantidades requeridas de componente A y de componente B son pesadas hasta alcanzar las cantidades deseadas y son agitadas magnéticamente antes de ser sometidas a revestimiento de tracción sobre el sustrato. De acuerdo con esta invención, el sustrato puede ser acero preparado o no preparado y debería ser limpiado con acetona con carácter previo a la aplicación del revestimiento.

15 Los dos componentes son mezclados entre sí inmediatamente antes de ser usados para revestir el sustrato. Una vez aplicado el revestimiento usando el método de tracción de esta invención, el material revestido es ubicado en una cámara en la que la película húmeda puede ser calentada en el intervalo de temperatura de 80° C a 280° C durante un período que, generalmente, va de entre alrededor de 30 segundos a 30 minutos.

En un primer experimento, la composición de revestimiento de 2-paquete híbrido comprende:

- 20 i) Componente A, siendo un γaminopropiltrimetoxisilano hidrolizado (γAPS, amino silano) sol y
- ii) Componente B, siendo un éter diglicidilo bisfenol A – etanolamina – éter diglicidilo bisfenol A (BPADGE-EOA-BPADGE). Es di-epóxido modificado es
- 25 calentado en el intervalo de temperatura de 80° C a 280° C durante un período generalmente de alrededor de 60 segundos a 30 minutos.

En un segundo experimento, la composición del revestimiento de 2-paquete híbrido comprende:

- i) Componente A, siendo una solución de γglicidilpropiltrimetoxisilano hidrolizado (γGPS, epóxido silano) y
- 30 ii) Componente B, siendo etanolamina – éter diglicidilo bisfenol A - etanolamina (EOA-BPADGE-EOA). Esta es una di-amina modificada que es calentada en el intervalo de temperatura de 80° C a 280° C durante un período generalmente de alrededor de 60 segundos a 30 minutos.

35 La fórmula *Infra* muestra la estructura de la molécula de alcilalcóxisilano de glícidosialciltrialcoxisilano $(CH_3O)_3SiCH_2CH_2CH_2OCH_2O$.

En los experimentos primero y segundo *supra*, podrían ser usados, para fabricar la amina modificada, recubrimientos 2-pack, otras aminas como la proypilamina y otros epóxidos como el éter de diglicidóxico de glicerol.

40 Durante el curado térmico, una red de silicato se forma por la reacción de condensación del silano hidrolizado, con la red suministrando la propiedad mecánica deseada del recubrimiento, en particular, la resistencia a la abrasión. El componente orgánico participa en la formación de la red por la reacción del grupo glicidóxico y del grupo amino. El nivel de lo orgánico (la proporción molar entre grupo glicidóxico y del grupo amino) en la composición controla el grado de flexibilidad del revestimiento híbrido.

45 Las medidas que caracterizan el revestimiento incluyeron el grosor de revestimiento, el análisis Taber de resistencia a la abrasión y el análisis de ángulo- T. El anterior da una indicación del comportamiento del revestimiento híbrido en un ambiente abrasivo, mientras que el posterior da una indicación de la flexibilidad del revestimiento híbrido. El grosor del revestimiento sobre el sustrato puede ser medido por técnicas de permascopio o borascopio y se determinó que estaba en el intervalo

50 de entre 6-10 μm. La resistencia a la abrasión fue examinada por el análisis de abrasión Taber mientras que la flexibilidad de los revestimientos se determinó usando el análisis de ángulo-T. La resistencia a la abrasión fue medida por análisis de abrasión Taber ECCA T16 [1999] usando ruedas de Calibrasa CS10 y pesos de 1000 gramos sobre los brazos del abrasor durante 250 ciclos. En el análisis de ángulo-T, el sustrato se envuelve sobre sí mismo para formar una apariencia de "brazo de gitano", siendo citado el resultado en el valor "T" y representa el radio de ángulo mínimo al que no se

55

produce el punto de fallo (en forma de ruptura o de deslaminación) de la película. Medio "T" es el equivalente de un grosor de sustrato.

- 5 Las propiedades físicas del primero y del segundo revestimiento experimental se muestran en la Tabla 1 *infra*. Como una indicación de las mejoras en la resistencia a la abrasión y la flexibilidad de los nuevos revestimientos, los resultados se comparan con los análisis de resistencia a la abrasión y ángulo-T de flexibilidad llevados a cabo sobre el poliéster de uso doméstico y los productos co – laminados.

Tabla 1. Propiedades Físicas

	Resistencia a la abrasión: Taber	Flexibilidad: Angulo-T
Poliéster DA	19 mg	1T
Modelo de revestimiento 1	0.7-0.8 mg	2T
Modelo de revestimiento 2	a) 0.1 mg b) 0.9 mg	a) 4T b) 2T

- 10 Los revestimientos experimentales primero y segundo fueron analizados usando análisis de rociado de sal, que demostraron que dichos revestimientos actúan como una buena barrera física contra la corrosión, pero no impedirán ni ralentizarán la reacción de corrosión, ya que no se han incluido inhibidores de corrosión en la formulación.

- 15 Los análisis demostraron que el revestimiento híbrido inorgánico – orgánico, de acuerdo con la invención, combina una excelente resistencia a la abrasión con una flexibilidad aceptable. Se puede ver que, por la alteración de la mezcla de los componentes inorgánico – orgánico, se puede conseguir un amplio abanico de ventajas. Por ejemplo, puede ser posible incrementar la flexibilidad del revestimiento pero con una reducción subsiguiente en la resistencia a la abrasión. La flexibilidad del revestimiento es primordial cuando las espirales del sustrato están sometidas a ambientes de fabricación de moderados a agresivos, en los que son enrollados de forma tortuosa y repetitiva antes de ser instalados en el producto final.

- 20 La invención demuestra claramente que se pueden producir dos series de revestimientos híbridos *sol-gel*, de dos paquetes, que tienen una excelente combinación de resistencia a la abrasión, flexibilidad y tiempo rápido de curación. Los revestimientos pueden ser curados a una temperatura de 160° C, y más significativamente, no hay impacto sobre las propiedades físicas del sobre – curado. En el análisis de abrasión Taber, la mayoría de las composiciones novedosas de los revestimientos de esta invención tuvieron una pérdida de masa de 0.1-0.9 mgrs por 250 ciclos pero se han producidos revestimientos con una pérdida de masa tan baja como de 0.3 mgr. después de 500 ciclos. La flexibilidad es de 2T (4T para los revestimientos más duros) en un análisis de ángulo – T y puede ser mejor que 16J en análisis de impacto reverso.

- 25 El uso de amina/s modificada/s y las proporciones descritas aquí son novedosas en relación con esta invención. Ulteriormente, el uso general y método de preparación del componente inorgánico (silano hidrolizado) es conocido por el experto en la materia y no serán descritos aquí. Se ha usado una amina multi – funcional tradicional pero lleva a un revestimiento duro y rígido.

- 35 Es la combinación de los compuestos inorgánicos y orgánicos la que forma una red híbrida sobre la superficie del sustrato. El nivel de componente orgánico controla la flexibilidad del revestimiento. Si el componente orgánico es eliminado, se forma el revestimiento sol-gel convencional, que es duro y rígido y puede no ser útil para revestir productos de espiral o de banda.

- 40 La proporción molar entre el grupo glicidóxido de silano y el grupo amino de amina modificada está en el intervalo de entre 1:1 y 2:1. Para el recubrimiento "endcap" del expóxido por amina, se usa de momento una proporción molar entre los grupos epóxido y amino de 1:2. Podría ser usada otra relación, como 1:1.5. Se ha usado la relación de peso entre GPS y otro silano de 1:0 a 1:1, pero podría extenderse a 1:2.

- 45 Los nuevos revestimientos híbridos han combinado la dureza de un co-laminado y la flexibilidad de poliéster DA. Además, los resultados de análisis de rociado de sal han mostrado que los revestimientos híbridos pueden actuar como una barrera física y pueden dar buena protección frente a la corrosión a las sustancias de acero galvanizado.

REIVINDICACIONES

1. Un método de revestimiento de un sustrato que comprende las etapas de:

Proporcionar un sustrato;

Preparar un componente inorgánico, en el que el componente inorgánico se selecciona de un grupo que comprende silanos hidrolizados.

Preparar un componente orgánico por recubrimiento "endcapping" de una amina difuncional a un éter diglicídico para producir una diamina modificada

Combinar el componente inorgánico con el componente orgánico con carácter previo a la aplicación de la mezcla sobre el sustrato;

Aplicar los componentes inorgánicos y orgánicos combinados sobre el sustrato;

Exponer los componentes inorgánicos y orgánicos a una temperatura predeterminada para provocar una reacción entre componentes inorgánicos y orgánicos hasta producir una estructura en red del revestimiento sobre el sustrato.
2. El método reivindicado en la reivindicación 1 en el que los componentes inorgánico y orgánico combinados son producidos usando procedimiento de *sol-gel*.
3. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la fase de preparación del componente inorgánico se lleva a cabo por la hidrolización de glicidoxialcitrilalkoxisilano hidrolizante (GPS) solo.
4. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la fase de hidrolización de GPS se lleva a cabo en combinación con otros silanos.
5. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la fase de hidrolización de GPS se lleva a cabo en combinación con nanopartículas de sílice coloidal.
6. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la fase de preparar el componente orgánico incluye el recubrimiento "endcapping" de etanolamina a un compuesto de éter diglioxiglo A bisfenol para producir una amina modificada.
7. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la proporción molar de la etanolamina a un compuesto de éter diglioxiglo A bisfenol (éter diglicídico) está en el intervalo de 2:1 a 2:1.6.
8. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la proporción molar de la etanolamina a un compuesto de éter diglioxiglo A bisfenol (éter diglicídico) es de 2:1.1.
9. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la temperatura predeterminada está en el intervalo de 80° C a 280° C, durante un período generalmente de alrededor de 30 segundos a 30 minutos; preferiblemente, se usa aire caliente o corriente de lámpara IR para calentar el sustrato.
10. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la etapa de exposición de los componentes inorgánico y orgánico lleva a una temperatura máxima metálica de entre 160° C a 234° C.
11. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que los componentes inorgánico y orgánico combinados se aplican usando el método de tracción.
12. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que el revestimiento tiene un grosor de revestimiento de 6-10 µm después de exponer a la temperatura predeterminada los componentes inorgánico y orgánico combinados.
13. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1-12 para revestir un producto en bandas.
14. El método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1-12 para revestir un producto en espiral.

15. El método reivindicado en la reivindicación 13 ó 14, en el que el producto se instala sobre un artículo.
16. Un sustrato revestido en el que el revestimiento comprende un componente inorgánico y un componente orgánico combinados, comprendiendo el componente orgánico una amina difuncional que recubre "endcapping" a un éter diglicídilo.

5