

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 337**

51 Int. Cl.:

G01N 21/31 (2006.01)

G01N 33/32 (2006.01)

G01N 21/64 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2009 PCT/EP2009/004407**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2009 WO09153045**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2009 E 09765625 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2338043**

54 Título: **Determinación del grado de endurecimiento mediante una sustancia de detección**

30 Prioridad:

19.06.2008 DE 102008028857

19.06.2008 DE 102008029281

18.05.2009 DE 102009021677

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

26.09.2018

73 Titular/es:

**BURTH, DIRK (100.0%)
Kleinberghofener Str. 17
85253 Erdweg, DE**

72 Inventor/es:

BURTH, DIRK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 683 337 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

Determinación del grado de endurecimiento mediante una sustancia de detección

La invención se refiere a un procedimiento para determinar un grado de endurecimiento de un revestimiento sobre un sustrato.

5 En muchos recubrimientos, por ejemplo, en el caso de las lacas reactivas, tintas de impresión, capas de materiales adhesivos y siliconizaciones, el grado de endurecimiento desempeña un papel importante para las propiedades. Al respecto, se influye, por ejemplo, sobre la dureza, la resistencia a la abrasión, el comportamiento migratorio. Por ello es importante determinar el grado de endurecimiento de un recubrimiento. Esto es especialmente importante en el caso de las lacas que se endurecen por la radiación y de las tintas de impresión. En este caso, el grado de
10 endurecimiento desempeña un papel, en especial en cuanto al comportamiento migratorio. Los métodos utilizados hasta ahora para determinar el grado de endurecimiento no siempre dan resultados unívocos.

En la Solicitud de Patente US N.º 2003/0074095 A1, se describe un procedimiento para medir el grado de reticulación de un recubrimiento. El procedimiento comprende la realización de un proceso de recubrimiento sobre un sustrato que contiene metal, para poner a disposición un sustrato metálico recubierto, el posicionamiento de un dispositivo de ensayo cerca del sustrato metálico recubierto y la puesta en marcha del dispositivo de ensayo, para determinar un valor del grado de reticulación, en donde el valor se refiere a una región del sustrato metálico recubierto. Como Ejemplo 1 del documento US 2003/0074095 A1, se describe una realización en la que unas latas de bebidas se proveen de un recubrimiento polimérico. Para determinar el grado de reticulación del recubrimiento polimérico, se añade el colorante azul de bromofenol, que reacciona con la funcionalidad del reticulante que haya quedado sin reaccionar. En función de la cantidad de la funcionalidad del reticulante que haya quedado sin reaccionar, se modifica el color del azul de bromofenol, que se determina mediante un análisis de colores.

El objetivo de la invención es el de posibilitar una determinación confiable del grado de endurecimiento de un recubrimiento sobre un sustrato.

El objetivo de la invención se logra mediante un procedimiento para determinar el grado de endurecimiento de un recubrimiento sobre el sustrato según la reivindicación 1, como también mediante otros procedimientos para determinar un grado de endurecimiento de un recubrimiento sobre un sustrato según la reivindicación 6.

El procedimiento de acuerdo con la invención sirve para determinar un grado de endurecimiento de un revestimiento sobre un sustrato. El procedimiento comprende la puesta en contacto del recubrimiento durante un primer intervalo de tiempo con un primer material, que contiene una concentración prefijada de sustancia de detección. Además de ello, el procedimiento comprende la determinación cuantitativa de una magnitud característica, que depende de una cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el primer intervalo de tiempo haya penetrado en el recubrimiento mediante por lo menos una de las siguientes: una investigación óptica, una investigación cromatografía del recubrimiento, como también la determinación de una cinética de ingreso en el recubrimiento en base a la magnitud característica, en donde, un recubrimiento bien endurecido presenta una reticulación relativamente fuerte, por lo que la sustancia de efectora solamente puede ingresar con una velocidad comparativamente reducida, mientras que en cambio la sustancia de detección puede penetrar con una velocidad relativamente elevada en un recubrimiento no tan bien endurecido, en donde la cinética de ingreso permite obtener una conclusión acerca del grado de endurecimiento del recubrimiento. Además, el procedimiento comprende derivar el grado de endurecimiento del recubrimiento a partir de la cinética de ingreso de la sustancia de detección en el recubrimiento, siendo el grado de endurecimiento del recubrimiento tanto más elevado cuanto menor sea la cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el primer intervalo de tiempo penetre en el recubrimiento.

El procedimiento de acuerdo con la invención se basa en el hecho que la redícula polimérica en un recubrimiento endurecido es más densa que en un recubrimiento menos endurecido. Por ello, en un recubrimiento endurecido, una sustancia de detección procedente de una solución penetra más lentamente que en una muestra no tan bien endurecida. Esto se debe, entre otras cosas, a que el disolvente hincha el recubrimiento en menor grado cuando éste está más endurecido. Por ello, la cantidad de sustancia de detección ingresada en un recubrimiento durante un intervalo de tiempo prefijado es una medida del grado de endurecimiento.

De acuerdo con un ejemplo, en cuanto al primer material, se trata de una primera solución en la que se halla contenida la sustancia de detección.

50 Por ejemplo, el procedimiento comprende: sumergir el recubrimiento del sustrato en la primera solución y extraer el sustrato de la primera solución después de transcurrido el primer intervalo de tiempo. Gracias a la extracción del sustrato es posible limpiarlo mediante la remoción de suciedades. Esto ayuda a que solamente se determine la sustancia de detección en el recubrimiento y no eventualmente la sustancia de detección procedente de la solución que todavía se encuentre sobre el recubrimiento. Por lo general, la determinación de la sustancia de detección en el recubrimiento es más sencilla cuando el recubrimiento ya no se encuentra en la solución.

De acuerdo con un ejemplo de realización, la primera solución comprende por lo menos uno de los siguientes disolventes: agua, etanol, metanol, isopropanol, acetona, acetato de etilo, cloroformo. También pueden utilizarse

- mezclas de estos disolventes. Por una parte, estos disolventes liberan bien la sustancia de detección. Además, estos disolventes pueden hinchar los recubrimientos en grados diversos. Cuanto más intensa sea el hinchamiento, tanto más rápidamente penetrará el reactivo de detección en el recubrimiento. De esta manera y por medio de la elección del disolvente, puede ajustarse cuánto tiempo debe esperarse hasta que la sustancia de detección se encuentre en el recubrimiento. De esta manera, es posible influir en su conjunto sobre la velocidad del procedimiento de detección.
- 5 Por ejemplo, en cuanto al primer material, se trata por lo menos de uno de los siguientes: un material viscoelástico, un material muy viscoso, una masilla de amasar, un adhesivo, una masilla de adhesivo, una tira de adhesivo con un material adhesivo, una cinta adhesiva con un material adhesivo, una etiqueta adhesiva con un material adhesivo.
- 10 Por ejemplo, el primer material comprende por lo menos uno de los siguientes: acrilato, polivinilpirrolidona, polietilenglicol, resinas como también las mezclas de ellos.
- De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, la magnitud característica es una medida de la cantidad o concentración de la sustancia de detección en el recubrimiento después de transcurrido el primer intervalo de tiempo. Dado que la cantidad o concentración de la sustancia de detección permite sacar conclusiones acerca del grado de endurecimiento, es ventajoso determinar esta magnitud.
- 15 De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, se determina la magnitud característica varias veces para diversos valores del primer intervalo de tiempo. La determinación múltiple permite obtener valores de medición más exactos. Además, una medición múltiple reduce el peligro de determinar con inexactitud el grado de endurecimiento debido a una medición errónea aleatoria. Además, en el caso de mediciones múltiples, es posible vincular entre sí los distintos puntos de manera de obtener una curva. Las curvas de medición permiten una asociación más unívoca de los datos de medición con respecto a un grado de endurecimiento. La seguridad así obtenida es especialmente importante, por ejemplo, en el campo de los envases, en el que en caso de un endurecimiento suficiente es sumamente importante que no exista ninguna transición de componentes de recubrimiento hacia, por ejemplo, un producto alimenticio.
- 20 De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, se determina la magnitud característica en función del primer intervalo de tiempo. Las funciones permiten una asociación más unívoca de los datos de medición con respecto a un grado de endurecimiento. La seguridad así obtenida es el importante en especial en el campo de los envases, ya que junto con un endurecimiento suficiente es sumamente importante que no exista ninguna transición de componentes de recubrimiento hacia, por ejemplo, un producto alimenticio.
- 25 De acuerdo con la invención, con ayuda de la magnitud característica, se determina una cinética de ingreso de la sustancia de detección en el recubrimiento. La determinación de la cinética de ingreso de la sustancia de detección es importante por cuanto se correlaciona con el grado de polimerización o con la densidad de la retícula en un recubrimiento. En el caso de elevados grados de polimerización o de elevadas densidades de la retícula, las sustancias de detección pueden penetrar sólo lentamente en el recubrimiento. Por ello, la cinética de ingreso proporciona una información acerca del grado de endurecimiento. La cinética de ingreso puede determinarse con ayuda de la magnitud característica que es una medida de la cantidad de sustancia de detección presente en el recubrimiento. Esto puede tener lugar, por ejemplo, mediante una medición única después de un tiempo determinado o mediante múltiples mediciones después de diversos intervalos de tiempo. Como medición múltiple, esta última es más exacta que una determinación individual.
- 30 De acuerdo con la invención, el grado de endurecimiento del recubrimiento es tanto más elevado cuanto menor sea la cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el primer intervalo de tiempo penetra en el recubrimiento. Esto se debe a que, por ejemplo, la retícula polimérica en un recubrimiento endurecido es más densa que en un recubrimiento menos endurecido. Por ello, en un recubrimiento endurecido, una sustancia de detección procedente de una solución penetra más lentamente en una muestra no tan bien endurecida. Esto se debe a que un disolvente hincha el recubrimiento en menor grado cuando está mejor endurecido.
- 35 Por ejemplo, en el caso del recubrimiento, se trata de una de las siguientes: una capa de laca, una capa de tinta de impresión, una capa de material adhesivo, una siliconización. En el caso de todos estos materiales, el grado de endurecimiento es importante y puede determinarse mediante el procedimiento de acuerdo con la invención. Por ejemplo, esto es especialmente importante en la impresión de empaques, ya que en este caso no puede permitirse la presencia de sustancias capaces de migrar. Las sustancias capaces de migrar sólo pueden reducirse cuando, por ejemplo, el grado de endurecimiento es suficiente. Un método para la determinación del grado de endurecimiento ayuda a reconocer que un proceso de producción se está desarrollando correctamente. También se lo puede incorporar en el Control de la Calidad para confirmar que una capa de laca, capa de tinta de impresión, capa de adhesivo o siliconización satisfacen los requisitos de calidad.
- 40 De acuerdo con un ejemplo, en cuanto al recubrimiento, se trata de una capa de una tinta de impresión que se endurece bajo radiación o de una laca que se endurece bajo radiación. Las tintas de impresión o lacas que se endurecen bajo radiación corren en especial el peligro de liberar sustancias capaces de migrar en caso de un mal endurecimiento. Por ello, debe verificarse el grado de endurecimiento.
- 45 Por ejemplo, el recubrimiento se aplica entre otros en forma de una marca de impresión sobre el sustrato.
- 50
- 55

De acuerdo con un ejemplo, en cuanto a la sustancia de detección, se trata de una de las siguientes: un fotoiniciador, una sustancia fluorescentemente activa, un material de color, un colorante, pigmentos de color, una sustancia UV activa. Las sustancias fluorescentemente activas pueden detectarse de manera sencilla en cantidades lo más reducidas posibles. Al respecto, los pigmentos de color frecuentemente tampoco perturban la determinación. Los instrumentos de medición para medir la fluorescencia existen también en realizaciones favorables. Los materiales de color, colorantes, pigmentos de color son también muy adecuados, por cuanto ya con éstos es posible apreciar ópticamente qué cantidad de sustancia de detección ha penetrado en el recubrimiento. Para ello no son necesarios instrumentos de medición costosos. Además, la evaluación óptica es muy rápida y sencilla, lo que es muy útil en especial en el caso de un proceso de producción.

Por ejemplo, en cuanto a la sustancia de detección se trata de yodo. La utilización de yodo como sustancia de detección es ventajosa por cuanto con el yodo ya es posible evaluar ópticamente cuanta sustancia de detección ha penetrado en el recubrimiento. Por lo tanto, no son necesarios instrumentos de medición costosos. Además, la evaluación óptica es muy rápida y sencilla, lo que es útil en especial en un proceso productivo. El yodo presenta la ventaja adicional de que puede penetrar muy rápidamente. Al respecto, se disuelve en agua y, por lo tanto, puede ser manipulado sin disolventes, lo que es ventajoso desde el punto de ecológico y sanitario. Además, el yodo puede volver a liberarse rápidamente desde el recubrimiento y detectarse como complejos de yodo-almidón en concentraciones sumamente reducidas.

De acuerdo con una realización, después de transcurrido el primer intervalo de tiempo para determinar la magnitud característica, se lleva a cabo una investigación del recubrimiento.

De acuerdo con un ejemplo, después de transcurrido el primer intervalo de tiempo, se cuantifica la cantidad o concentración de la sustancia de detección presente en el recubrimiento. La determinación cuantitativa ayuda, por cuanto con ella también puede indicarse el grado de endurecimiento no solamente desde el punto cualitativo o subjetivo, sino que también se la puede establecer, por ejemplo, por intermedio de un valor numérico. Esto es importante, por ejemplo, cuando se necesitan valores cualitativos claros como, por ejemplo, en la impresión de empaques en base a dichos valores cualitativos, que indiquen si el producto se ha endurecido suficientemente y que se lo puede poner en circulación.

De acuerdo con la invención, para la determinación de la magnitud característica, se lleva a cabo por lo menos una investigación óptica, una investigación espectroscópica, una investigación cromatográfica del recubrimiento. Estos métodos pueden utilizarse rápidamente y permiten obtener valores cuantitativos, con los que es posible describir el grado de endurecimiento. Los aparatos de medición tales como, por ejemplo, aparatos de medición ópticos, por ejemplo, un densitómetro, ya están equipados con impresoras, por lo que no es necesario comprarlas en forma adicional.

Por ejemplo, en el caso de los métodos espectroscópicos, se trata de uno de las siguientes: espectroscopia ultravioleta, espectroscopia en el intervalo visible, espectroscopia infrarroja y espectroscopia Raman, espectroscopia de fluorescencia, fotometría espectral, medición de blanco, densitometría. Es especialmente ventajoso cuando se recurre a la espectroscopia ultravioleta, espectroscopia en el intervalo visible, espectroscopia infrarroja, espectroscopia Raman, espectroscopia de fluorescencia, fotometría espectral, medición de blanco, para la determinación de la sustancia de detección que sale del recubrimiento. Estos métodos permiten obtener mediciones muy rápidas y cuantifican con mucha exactitud. Además, mediante estos métodos es posible medir muchísimas sustancias. Estos métodos pueden utilizarse de manera especialmente fácil en recubrimientos. Mediante la espectroscopia ultravioleta, espectroscopia en el intervalo visible, espectroscopia infrarroja, espectroscopia Raman, espectroscopia de fluorescencia, fotometría espectral, medición de blanco es posible registrar mediciones a lo largo de un intervalo de tiempo prolongado.

De acuerdo con un ejemplo, en cuanto a la magnitud característica, se trata de una de las siguientes: una propiedad óptica del recubrimiento, una propiedad espectroscópica del recubrimiento, una propiedad cromatográfica del recubrimiento. Estas propiedades pueden medirse de una manera especialmente rápida y fácil, ya que para ello se dispone de diversos instrumentos de medición, que también posibilitan una cuantificación. Al respecto, con ello, estas propiedades son adecuadas para obtener, por ejemplo, un método de medición rápida para el grado de endurecimiento.

Por ejemplo, en cuanto a la sustancia de detección, se trata de yodo, y después de transcurrido el primer intervalo de tiempo, se determina una cantidad o concentración de yodo presente en el recubrimiento.

De acuerdo con otro ejemplo, la sustancia de detección, que durante el primer intervalo de tiempo penetra en el recubrimiento, después de transcurrido el primer intervalo de tiempo, nuevamente se libera del recubrimiento de manera completa o parcial. Esto es ventajoso, por ejemplo, cuando el recubrimiento consiste en una tinta de impresión oscura, que hace que sea imposible una investigación espectroscópica u óptica de la sustancia de detección en la tinta de impresión. En este caso, es ventajoso que la sustancia de detección se disuelva, por ejemplo, en una solución y allí tenga lugar la determinación cuantitativa. Además, es ventajoso cuando la cinética de salida de una sustancia de detección sea más fácil de medir que su cinética de ingreso. Gracias a la combinación de ingreso y subsiguiente salida, se magnifica una diferenciación entre diversos grados de endurecimiento. En caso de un ingreso más rápido de la

sustancia de detección, después de un determinado tiempo, se encuentra una mayor cantidad de sustancia de detección en el recubrimiento. Esto tiene como consecuencia que la salida de la sustancia de detección se hace más rápido primero debido a una movilidad más veloz en el recubrimiento y además debido a la mayor cantidad de sustancia de detección, lo que conduce a un gradiente de concentraciones más elevado.

5 Por ejemplo, la magnitud característica se determina después de la liberación de la sustancia de detección desde el recubrimiento. La determinación de la magnitud característica después de la liberación es ventajosa por cuanto la detección espectroscópica de una sustancia de detección en el requerimiento puede ser difícil, por ejemplo, cuando existan recubrimientos coloreados. Por ello, es más fácil detectar la sustancia de detección recién cuando haya sido liberada nuevamente del recubrimiento.

10 De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, el procedimiento comprende la puesta en contacto, después de transcurrido el primer intervalo de tiempo, del recubrimiento con un segundo material durante un segundo intervalo de tiempo, en donde el segundo material está diseñado para incorporar la sustancia de detección procedente del recubrimiento, y la determinación de la magnitud característica como medida para una cantidad o concentración de la sustancia de detección en el segundo material. Esto es ventajoso, por ejemplo, cuando la detección espectroscópica de una sustancia de detección en el recubrimiento podría ser difícil. Si, por ejemplo, se trata de recubrimientos coloreados, es más fácil detectar la sustancia de detección recién cuando ésta ha sido nuevamente liberada desde el recubrimiento. En este caso, la cuantificación es menos propensa a posibilidades de error como sería el caso, por ejemplo, mediante una absorción a través del recubrimiento. La determinación cuantitativa es importante por cuanto con ello es posible indicar el grado de endurecimiento no solamente desde un punto de vista cualitativo o subjetivo, sino que se lo puede establecer de manera unívoca por medio de, por ejemplo, un valor numérico. Esto es importante, por ejemplo, cuando se necesitan valores cualitativos claros como, por ejemplo, para la impresión sobre empaques, en base a los que se determina en qué medida se ha endurecido suficientemente y puede ser puesto en circulación.

De acuerdo con un ejemplo, en cuanto al segundo material, se trata de una solución diseñada para incorporar la sustancia de detección que procede del recubrimiento.

25 Por ejemplo, inicialmente en la segunda solución no se halla contenida esencialmente ninguna sustancia de detección.

De manera correspondiente a un ejemplo de realización, el procedimiento comprende: disolver en la segunda solución por lo menos partes de la sustancia de detección penetrada durante el primer intervalo de tiempo en el recubrimiento y, después de transcurrido el segundo intervalo de tiempo, determinar la magnitud característica como medida para una cantidad o concentración de la sustancia de detección presente en la segunda solución.

30 Por ejemplo, al principio en el segundo material, no se halla contenida esencialmente ninguna sustancia de detección.

De acuerdo con un ejemplo, en cuanto al segundo material, se trata de por lo menos uno de los siguientes: un material viscoelástico, un material sumamente viscoso, una masilla de amasar, una sustancia adhesiva, una masilla adhesiva, una franja adhesiva con un material adhesivo, una cinta adhesiva con una sustancia adhesiva, un etiqueta adhesiva con un material adhesivo.

35 Por ejemplo, el segundo material comprende por lo menos uno de los siguientes: acrilato, polivinilpirrolidona, polietilenglicol, resina como también mezclas de ellos.

40 De acuerdo con otro ejemplo, después de transcurrido el segundo intervalo de tiempo, se cuantifica la cantidad o concentración de la sustancia de detección contenida en el segundo material. Esto es ventajoso, por ejemplo, cuando la detección espectroscópica de una sustancia de detección en el recubrimiento podría ser difícil. Cuando se encuentran presentes recubrimientos coloreados, es más fácil detectar la sustancia de detección recién cuando ésta ha sido nuevamente liberada del recubrimiento. Una determinación cuantitativa de una sustancia de detección en solución es más fácil que una determinación cuantitativa de dicha sustancia de detección en un recubrimiento.

45 De acuerdo con un ejemplo de realización, para la determinación de la magnitud característica se lleva a cabo por lo menos una de las siguientes: una investigación óptica, una investigación espectroscópica, una investigación cromatográfica del segundo material. Estas propiedades son de una medición rápida y fácil, ya que para ello se dispone de diversos instrumentos de medición, que también permiten una cuantificación. Estas propiedades son adecuadas para determinar un grado de endurecimiento por intermedio de un método de medición rápida.

50 De acuerdo con un ejemplo, en cuanto a la investigación espectroscópica, se trata de una de las siguientes: espectroscopia ultravioleta, espectroscopia en el intervalo visible, espectroscopia infrarroja, espectroscopia Raman, espectroscopia de fluorescencia, fotometría espectral, medición de blanco, densitometría. Es especialmente ventajoso cuando se recurre a la espectroscopia ultravioleta, espectroscopia en el intervalo visible, espectroscopia infrarroja, espectroscopia Raman, espectroscopia de fluorescencia, fotometría espectral, medición de blanco, para la determinación de la sustancia de detección que sale del recubrimiento. Estos métodos permiten obtener mediciones muy rápidas y cuantifican con gran exactitud. Además, mediante estos métodos pueden medirse muchísimas sustancias. Los métodos son de una aplicación especialmente fácil en recubrimientos. En el caso de la espectroscopia ultravioleta, espectroscopia en el intervalo visible, espectroscopia infrarroja, espectroscopia Raman, espectroscopia de fluorescencia, fotometría espectral, medición de blanco, pueden registrarse sin problemas también mediciones a lo

largo de un intervalo de tiempo más prolongado, lo que eleva la exactitud de los datos obtenidos en las mediciones.

Por ejemplo, en cuanto a la sustancia de detección, se trata de yodo, y después de transcurrido el segundo intervalo de tiempo, se determina una cantidad o concentración de yodo en el segundo material. El yodo es una sustancia favorable de fácil manipulación. Se disuelve en diversos disolventes. También se disuelve bien en el agua, por lo menos después de la adición de yoduro de potasio. Penetra muy rápidamente en los recubrimientos, en donde el comportamiento de penetración depende del endurecimiento del recubrimiento. Las diferencias entre recubrimientos diferentemente endurecidos pueden reconocerse, por ejemplo, después de intervalos de tiempo de entre 0,5 - 5 minutos. El yodo está coloreado y con ello puede reconocerse ópticamente. El yodo tiene la ventaja adicional de que puede liberarse otra vez muy rápidamente del recubrimiento de manera completa. Esto es necesario cuando se desea cuantificar la cantidad de yodo que estaba presente en el recubrimiento. La detección del yodo liberado puede tener lugar con almidón en trazas mínimas. Esto es cuantitativamente posible, por ejemplo, por medio de una combinación con espectroscopia ultravioleta.

De acuerdo con un ejemplo, el yodo que se ha liberado del recubrimiento y que está contenido en el segundo material, se detecta como un complejo de almidón-yodo.

Mediante tinción con almidón, el yodo forma un complejo azul que puede detectarse en concentraciones sumamente reducidas.

Por ejemplo, se emplea el procedimiento para determinar una proporción de sustancias capaces de migrar en el recubrimiento.

Otro procedimiento de acuerdo con la invención sirve para determinar un grado de endurecimiento de un recubrimiento sobre un sustrato. El procedimiento comprende poner en contacto el recubrimiento durante un intervalo de tiempo predeterminado con un material, hallándose una sustancia de detección contenida en una cantidad predeterminada en el recubrimiento, y estando el material diseñado para incorporar sustancia de detección procedente del recubrimiento. Por otra parte, el procedimiento comprende la determinación cuantitativa de una magnitud característica, que depende de la cantidad o concentración de la sustancia de detección penetrada durante el intervalo de tiempo determinado desde el recubrimiento en el material, mediante por lo menos una de las siguientes: una investigación óptica, una investigación espectroscópica, una investigación cromatográfica, del material, como también la determinación de una cinética de salida de la sustancia de detección en el material en base a la magnitud característica, en donde un recubrimiento bien endurecido presenta una reticulación relativamente fuerte, por lo que la sustancia de detección puede salir del recubrimiento tan sólo de una manera comparativamente lenta, mientras que, en cambio, de un recubrimiento no tan bien endurecido, la sustancia de detección puede salir de una manera relativamente rápida, en donde la cinética de salida permite llegar a una conclusión acerca del grado de endurecimiento del recubrimiento. Además de ello, el procedimiento comprende derivar el grado de endurecimiento del recubrimiento a partir de la cinética de salida de la sustancia de detección, siendo el grado de endurecimiento del recubrimiento tanto más elevado cuanto menor sea la cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el intervalo de tiempo prefijado ingresa en el material.

El procedimiento de acuerdo con la invención se basa en el hecho de que la retícula polimérica en un recubrimiento endurecido es más densa que en el caso de un recubrimiento menos endurecido. En cambio, en un recubrimiento endurecido, una sustancia de detección sale desde un recubrimiento e ingresa en una solución más lentamente que desde una muestra no tan bien endurecida. Esto se debe, entre otras cosas, a que el disolvente hincha el recubrimiento en un grado menor cuando está mejor endurecido. Por ello, la cantidad de sustancia de detección ingresada en un recubrimiento durante un intervalo de tiempo prefijado es una medida del grado de endurecimiento.

De acuerdo con un ejemplo de realización, en cuanto al material se trata de una solución.

Por ejemplo, inicialmente en la solución no se halla contenida esencialmente ninguna sustancia de detección.

De acuerdo con un ejemplo, el procedimiento comprende: disolver en la solución por lo menos partes de la sustancia de detección contenida en el recubrimiento y, una vez transcurrido el intervalo de tiempo prefijado, determinar la magnitud característica como una medida para una cantidad o concentración de la sustancia de detección en la solución.

De manera correspondiente a otro ejemplo, el procedimiento comprende: sumergir el recubrimiento de sustrato en la solución, y remover el sustrato de la solución después de transcurrido el intervalo de tiempo prefijado

Por ejemplo, la solución comprende por lo menos uno de los siguientes disolventes: agua, etanol, metanol, isopropanol, acetona, acetato de etilo, cloroformo.

De acuerdo con un ejemplo, inicialmente no se halla contenida esencialmente ninguna sustancia de detección en el material.

Por ejemplo, en cuanto al material, se trata de por lo menos uno de los siguientes: un material viscoelástico, un material sumamente viscoso, una masilla de amasar, un material adhesivo, una masilla adhesiva, una tira adhesiva

con un material adhesivo, una cinta adhesiva con un material adhesivo, una etiqueta adhesiva con un material adhesivo.

De manera correspondiente, en otro ejemplo el material comprende por lo menos uno de los siguientes: acrilato, polivinilpirrolidona, polietilenglicol, resina como también las mezclas de ellos.

- 5 De manera correspondiente a un ejemplo, durante el intervalo de tiempo preestablecido, la sustancia de detección contenida en el recubrimiento se libera completa o parcialmente del recubrimiento e ingresa en el material.

De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, la magnitud característica es una medida para una cantidad o concentración de la sustancia de detección en el material después de transcurrido el intervalo de tiempo preestablecido.

- 10 De acuerdo con un ejemplo, una vez transcurrido el intervalo de tiempo preestablecido se cuantifica la cantidad o concentración de la sustancia de detección contenida en el material.

De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, se determina la magnitud característica múltiples veces para diversos valores del intervalo de tiempo preestablecido.

- 15 De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, se determina la magnitud característica en función del intervalo de tiempo preestablecido.

De acuerdo con la invención, con ayuda de la magnitud característica se determina una cinética de salida de la sustancia de detección en el material.

- 20 De acuerdo con la invención, el grado de endurecimiento del recubrimiento es tanto más elevado cuanto menor sea la cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el intervalo de tiempo prefijado ingresa en el material.

Por ejemplo, en cuanto al recubrimiento, se trata de una de las siguientes: una capa de laca, una capa de tinta de impresión, una capa de material adhesivo, una siliconización.

De acuerdo con un ejemplo, en cuanto al recubrimiento, se trata de una capa de una tinta de impresión que se endurece bajo radiación o de una laca que se endurece bajo radiación.

- 25 De acuerdo con otro ejemplo, el recubrimiento se aplica entre otros en forma de una marca de impresión sobre el sustrato.

Por ejemplo, en cuanto a la sustancia de detección, se trata de una de las siguientes: un fotoiniciador, una sustancia fluorescentemente activa, un material coloreado, un colorante, pigmentos de color, una sustancia activa a la radiación ultravioleta.

- 30 De acuerdo con la invención, para la determinación de la magnitud característica se lleva a cabo por lo menos una de las siguientes: una investigación óptica, una investigación espectroscópica, una investigación cromatográfica, del material.

- 35 Por ejemplo, en cuanto a la investigación espectroscópica, se trata de una de las siguientes: una espectroscopia ultravioleta, una espectroscopia en el intervalo visible, una espectroscopia infrarroja, una espectroscopia Raman, una espectroscopia de fluorescencia.

En cuanto a la sustancia de detección, en un ejemplo de realización se trata de yodo.

Por ejemplo, después de transcurrido el intervalo de tiempo se determina una cantidad o concentración de yodo en la solución.

- 40 Por ejemplo, el yodo liberado desde el recubrimiento y contenido en el material, se detecta como complejo de yodo-almidón.

De acuerdo con un ejemplo, se utiliza el procedimiento para determinar una proporción de sustancias en el recubrimiento capaces de migrar.

- 45 Por ejemplo, un dispositivo de análisis para determinar un grado de endurecimiento de un recubrimiento sobre un sustrato está dimensionado para durante un primer intervalo de tiempo poner en contacto el recubrimiento con un primer material, en el que se halla contenido una sustancia de detección. Además, el dispositivo de análisis está dimensionado, por ejemplo, para determinar una magnitud característica que depende de la cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el primer intervalo de tiempo haya penetrado en el recubrimiento, y para derivar el grado de endurecimiento del recubrimiento a partir de la magnitud característica así determinada.

- 50 De acuerdo con un ejemplo, el dispositivo de análisis comprende una unidad de manipulación que durante el primer intervalo de tiempo sumerge el recubrimiento en una primera solución.

Por ejemplo, el dispositivo de análisis comprende una unidad de manipulación que durante el primer intervalo de tiempo sumerge el recubrimiento en una primera solución, a continuación la remueve y analiza.

5 Por ejemplo, un dispositivo de análisis para determinar un grado de endurecimiento del recubrimiento sobre un sustrato está dimensionado de manera de durante un intervalo de tiempo prefijado el recubrimiento con contacto con un material, estando contenida una cantidad predeterminada de una sustancia de detección en el recubrimiento, y estando el material diseñado para incorporar sustancia de detección procedente del recubrimiento. Por otra parte, el dispositivo de análisis está diseñado, por ejemplo, para diseñar una magnitud característica que depende de la cantidad o concentración de la sustancia de detección ingresada durante el intervalo de tiempo prefijado desde el recubrimiento hacia el interior del material y derivar el grado de endurecimiento del recubrimiento a partir de la magnitud característica así determinada.

10 A continuación, se describen la invención con mayor detalle con ayuda de varios ejemplos de realización representados en el dibujo.

La Figura 1 muestra una realización de la invención para determinar la cinética de ingreso;

15 la Figura 2 muestra la concentración de la sustancia de detección en el recubrimiento en función del tiempo, para dos grados de endurecimiento diferentes;

la Figura 3 muestra otra realización de la invención para determinar la cinética de ingreso;

la Figura 4 muestra cómo es posible introducir la sustancia de detección en el recubrimiento mediante una cinta adhesiva;

20 la Figura 5 muestra cómo es posible determinar la concentración de la sustancia de detección contenida en el recubrimiento, mediante una cinta adhesiva;

la Figura 6 muestra una realización de la invención para determinar la cinética de salida; y

la Figura 7 muestra la concentración de la sustancia de detección en la solución en función del tiempo para dos grados de endurecimiento diferentes.

25 Cuando sobre un material portador se aplica un recubrimiento, por ejemplo, una capa de laca, una capa de material adhesivo, una siliconización o una capa de tinta de impresión, en especial una capa de tinta de impresión que se endurece bajo radiación o una capa de laca que se endurece bajo radiación, en este caso es necesario determinar el grado de endurecimiento del correspondiente recubrimiento. Por ejemplo, antes de continuar con la elaboración del sustrato recubierto debe asegurarse que el grado de endurecimiento del recubrimiento se mueve en un entorno deseado.

30 De acuerdo con una primera realización de la presente invención, se determina el grado de endurecimiento determinando la cinética de ingreso de una sustancia de detección en el recubrimiento. En función de la solución de acuerdo con la invención, la cinética de ingreso permite obtener una conclusión acerca del grado de endurecimiento del recubrimiento. Un recubrimiento bien endurecido presenta una reticulación relativamente fuerte, de manera tal que la sustancia de detección puede penetrar solamente con una velocidad comparativamente lenta. En cambio, en un recubrimiento menos bien endurecido, la sustancia de detección puede penetrar de una manera relativamente rápida.

35 En la Figura 1, se ha representado esquemáticamente un procedimiento de acuerdo con la invención para determinar la cinética de ingreso en un recubrimiento. En este caso, el material portador 100 junto con el recubrimiento 101 situado sobre el mismo es sumergido en una solución 102 con sustancia de detección. Inicialmente, en el recubrimiento 101 no hay ninguna sustancia de detección, mientras que la solución 102 contiene una concentración prefijada de sustancia de detección.

Durante un primer intervalo de tiempo t_1 , se mantiene sumergido el material portador 100 junto con el recubrimiento 101 en la solución 102, y durante este primer intervalo de tiempo t_1 , puede penetrar sustancia de detección de la solución 102 en el recubrimiento 101.

45 Después de transcurrido el primer intervalo de tiempo t_1 , se remueve el material portador 100 junto con la recubrimiento 101 de la solución 102 y se investiga para determinar de esta manera la cantidad o bien concentración de sustancia de detección que haya penetrado en el recubrimiento 101. La concentración de la sustancia de detección en el recubrimiento 101 puede determinarse mediante métodos de investigación ópticos, espectroscópicos o cromatográficos. Por ejemplo, en cuanto a la sustancia de detección, puede tratarse de una sustancia fluorescentemente activa, un material coloreado, un colorante, pigmentos de color, o de una sustancia UV activa. En función de la sustancia de detección utilizada, para la determinación de la cantidad y concentración de la sustancia de detección en el recubrimiento 101, puede utilizarse, por ejemplo, la espectroscopia ultravioleta, la espectroscopia en el intervalo visible, la espectroscopia infrarroja, la espectroscopia Raman o la espectroscopia de fluorescencia.

En la mitad derecha de la Figura 1 se muestra cómo el recubrimiento 101 es investigado mediante un procedimiento espectroscópico. El recubrimiento 101 es sometido a la radiación de banda ancha 103 procedente de una fuente de

radiación 104, y la intensidad de la radiación reflejada 105 es evaluada mediante un detector 106 en función de la longitud de onda. En este caso, la sustancia de detección absorbe la radiación correspondiente a determinadas longitudes de onda preconocidas, y esto tanto más intensamente cuánto más elevada sea la concentración de la sustancia de detección en el recubrimiento 101. A partir de la intensidad registrada por el detector 106, es posible determinar, por lo menos de manera aproximada, la cantidad de sustancia de detección presente en el recubrimiento 101, lo que, a su vez, permite obtener una conclusión acerca del grado de endurecimiento del recubrimiento 101.

Para determinar el grado de endurecimiento, puede ser suficiente determinar la cantidad o bien concentración de la sustancia de detección que durante el primer intervalo de tiempo t_1 de un cierto intervalo de tiempo t_1 haya penetrado en el recubrimiento 101. Por ejemplo, de esta manera, es posible determinar si la cantidad de sustancia de detección que haya penetrado se encuentra dentro de una ventana de tolerancia prefijada que se corresponde al grado de endurecimiento deseado

Como alternativa a ello, es posible determinar la cinética de ingreso de la sustancia de detección de una manera más completa, para lo cual se determina la cantidad de sustancia de detección que haya ingresado en el recubrimiento para diversos intervalos de tiempo t_1 . A tal efecto es posible introducir, por ejemplo, varias muestras iguales simultáneamente en la solución 102 y de manera correspondiente volver a extraerlos e investigarlos después de diversos intervalos de tiempo t_{11} , t_{12} , t_{13} , etc.

Como resultado de una investigación de este tipo, resulta la cantidad o bien concentración de la sustancia de detección en el recubrimiento en función del tiempo de penetración t_1 .

Un resultado obtenido de esta manera ha sido representado gráficamente en la Figura 2. En el caso de un recubrimiento relativamente mal endurecido, y en correspondencia a los intervalos de tiempo t_{11} , t_{12} , t_{13} , se determinan los valores de medición 200, 201, 202, que para cada intervalo de tiempo t_{11} , t_{12} , t_{13} indican la cantidad de sustancia de detección que haya penetrado en el recubrimiento. Los valores de medición 200, 201, 202 permiten establecer una curva 203 que especifica el comportamiento de penetración de la sustancia de detección en el recubrimiento en función del tiempo de exposición t_1 . En el caso de un recubrimiento relativamente bien endurecido, para los intervalos de tiempo t_{11} , t_{12} , t_{13} se determinan los valores de medición 204, 205, 206, que para cada intervalo de tiempo t_{11} , t_{12} , t_{13} indican las cantidades de sustancia de detección que hayan penetrado. La curva 207 establecida mediante los valores de medición 204, 205, 206 representan comportamientos de penetración de la sustancia de detección en el recubrimiento relativamente bien endurecido. De la comparación entre las curvas 203 y 207, se desprende que la sustancia de detección penetra en un recubrimiento relativamente mal endurecido más rápidamente que en un recubrimiento comparativamente bien endurecido.

Para su utilización como sustancia de detección ha demostrado ser ventajosa en especial la utilización de yodo. Gracias a la coloración amarillenta característica del yodo es posible detectar fácilmente por vía espectroscópica la presencia de yodo que ha penetrado en el recubrimiento. Además de ello, el yodo que haya penetrado en el recubrimiento también puede convertirse en complejos de yodo-almidón, cuya detección es fácil gracias a su característica coloración azul.

Un procedimiento alternativo para la determinación de la cinética de ingreso de la sustancia de detección en el recubrimiento es la representada en la Figura 3. En el caso del procedimiento mostrado en la Figura 3, durante un primer intervalo de tiempo t_1 se introduce un material portador 300 con un recubrimiento 301 aplicado encima en una primera solución 302. La primera solución 302 contiene una concentración prefijada de una sustancia de detección, mientras que el recubrimiento 301 no contiene inicialmente ninguna sustancia de detección. Durante el primer intervalo de tiempo t_1 , la sustancia de detección penetra desde la primera solución 302 en el interior del recubrimiento 301.

Después de transcurrido el primer intervalo de tiempo t_1 , se remueve el material portador 300 junto con el recubrimiento 301 desde la primera solución 300 y a continuación se la introduce en una segunda solución 303 para la evaluación. Inicialmente la segunda solución 303 no contiene ninguna sustancia de detección. El material portador 300 junto con el recubrimiento 301 permanece durante un segundo intervalo de tiempo t_2 en la segunda solución, y durante este segundo intervalo de tiempo t_2 la sustancia de detección contenida en el recubrimiento 301 penetra por lo menos parcialmente en la segunda solución 303. Después de transcurrido el segundo intervalo de tiempo t_2 , puede determinarse la concentración de la sustancia de detección en la segunda solución 303 con ayuda de un detector 304 que, por ejemplo, por intermedio de un sistema de circulación 305, está acoplado al recipiente 306 que contiene la segunda solución 303.

De acuerdo con una realización ventajosa, el segundo intervalo de tiempo t_2 se elige con una duración suficiente para que la sustancia de detección contenida en el recubrimiento 301 penetre por completo o de una manera aproximadamente completa en la segunda solución 303. Después de transcurrido el segundo intervalo de tiempo t_2 , es posible, con la ayuda del detector 304, determinar la concentración de la sustancia de detección en la segunda solución 303. De esta manera, puede determinarse cuál es la cantidad de sustancia de detección que penetró en el recubrimiento durante el primer intervalo de tiempo t_1 . De esta manera, es posible determinar la cinética de ingreso de la sustancia de detección.

Si la velocidad de ingreso y de salida para la sustancia de detección es relativamente lenta, no es absolutamente

necesario elegir el segundo intervalo de tiempo t_2 tan grande que después de transcurrido t_2 aproximadamente la totalidad de la sustancia de detección contenida en el recubrimiento 301 haya pasado a la segunda solución 303. En lugar de ello, es también posible elegir el segundo intervalo de tiempo t_2 más corto. En este caso, a la cinética de ingreso (incompleta) establecida por el primer intervalo de tiempo t_1 , se empalma una cinética de salida, también incompleta, establecida por el intervalo de tiempo t_2 . Después de transcurrido el segundo intervalo de tiempo, se determina la concentración de la sustancia de detección en la segunda solución 303. Tanto para la cinética de ingreso como también para la cinética de salida resulta, al ir aumentando el endurecimiento del recubrimiento 301, tiene lugar un ralentizado de la velocidad de ingreso o bien velocidad de salida. Tanto el comportamiento de ingreso ralentizado como también el comportamiento de salida ralentizado conducen, cada uno de ellos, a una reducción de la cantidad de sustancia de detección que después de transcurrido el segundo intervalo de tiempo t_2 se encuentra en la segunda solución 303. En este aspecto, algunos efectos actúan en la misma dirección y, por ello, es posible determinar el grado de endurecimiento del recubrimiento con una buena sensibilidad también en caso de una cinética de salida incompleta.

En lugar de introducir la sustancia de detección en el recubrimiento, por el hecho de que el material portador junto con el recubrimiento sea sumergido en una solución de sustancia de detección, es posible introducir la sustancia de detección en el recubrimiento también mediante el pegado de una etiqueta adhesiva o de una cinta adhesiva. A tal efecto, el material adhesivo de la etiqueta adhesiva o de la cinta adhesiva presenta una determinada concentración de una sustancia de detección, que después del pegado de la etiqueta adhesiva penetra en el recubrimiento del material portador.

Una realización de este tipo se muestra en la Figura 4. Sobre un recubrimiento 400, que se encuentra sobre un material portador 401, se pega una cinta adhesiva 402 que presenta una capa de material adhesivo 403. La capa de material adhesivo 403 puede consistir, por ejemplo, en acrilato, polivinilpirrolidona, polietilenglicol, resina como también mezclas de ellos. La capa de material adhesivo 403 comprende una determinada concentración de una sustancia de detección. Por ejemplo, la capa de material adhesivo 403 puede presentar una determinada concentración de yodo. Después de pegar la cinta adhesiva 402 sobre el recubrimiento 400, la sustancia de detección contenida en la capa de material adhesivo 403 penetra en el recubrimiento 400.

Para la aplicación de la sustancia de detección, se pega la cinta adhesiva 402 durante un primer intervalo de tiempo t_1 sobre el recubrimiento 400 y a continuación se la remueve nuevamente. De esta manera, puede lograrse que la sustancia de detección penetre en el recubrimiento 400 durante un primer intervalo de tiempo t_1 . Cuando se aplica la sustancia de detección correspondientemente a la realización mostrada en la Figura 4 mediante una cinta adhesiva, tiene esto entre otras la ventaja de que la cinta adhesiva puede aplicarse selectivamente sobre las marcas de impresión previstas en especial a tal efecto sobre el material portador 401.

También para la determinación de la cantidad o concentración de la sustancia de detección que haya penetrado en el recubrimiento, en lugar de la segunda solución 303 mostrada en la Figura 3 puede utilizarse una cinta adhesiva. Una realización de este tipo se muestra en la Figura 5. En el recubrimiento 500 sobre el material portador 501 se encuentra una cantidad o concentración por determinar de la sustancia de detección. Para determinar la cantidad o concentración de la sustancia de detección se pega una cinta adhesiva 502 con una capa de material adhesivo 503 sobre el recubrimiento 500 y ahí se la deja durante un determinado segundo intervalo de tiempo t_2 . Inicialmente la capa de material adhesivo 503 no contiene ninguna sustancia de detección. Durante el segundo intervalo de tiempo t_2 penetra sustancia de detección desde el recubrimiento 500 en la capa de material adhesivo 503. Después de transcurrido el segundo intervalo de tiempo t_2 se desprende la cinta adhesiva 502 desde el recubrimiento 500. La capa de material adhesivo 503 contiene ahora una determinada cantidad de sustancia de detección, en donde la cantidad de sustancia de detección depende del grado de endurecimiento del recubrimiento 500. En caso de un grado de endurecimiento relativamente bueno, la cantidad de sustancia de detección en la capa de material adhesivo 503 es más bien reducida, mientras que en caso de un endurecimiento completo del recubrimiento 500 una cantidad más grande de la sustancia de detección penetra en la capa de material adhesivo 503. La determinación de la cantidad de sustancia de detección que penetró en la capa de material adhesivo 503 permite por lo tanto obtener una conclusión acerca del grado de endurecimiento del recubrimiento 500. La utilización de una cinta adhesiva ofrece entre otras la ventaja de que la cinta adhesiva puede ser pegada selectivamente sobre una marca de impresión prevista específicamente a tal efecto sobre el material portador.

La determinación de la cantidad de sustancia de detección que haya penetrado en la capa de material adhesivo 503 puede tener lugar, por ejemplo, como se muestra en la Figura 5, mediante métodos espectroscópicos. A tal efecto se somete la capa de material adhesivo 503 a una irradiación de banda ancha 505 generada por una fuente de radiación 504, y se analiza la radiación reflejada 506 mediante un detector 507. Por ejemplo, en el detector 507, a partir de la intensidad de las bandas de absorción puede determinarse la cantidad o bien la concentración de sustancia de detección en la capa de material adhesivo 503.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, se determina el grado de endurecimiento determinando la cinética de ingreso de una sustancia de detección, estando contenida la sustancia de detección en el recubrimiento ya en el inicio del procedimiento. De acuerdo con la solución según la invención, la técnica de salida permite llegar a una conclusión acerca del grado de endurecimiento del recubrimiento. Un recubrimiento bien endurecido presenta una reticulación relativamente fuerte, por lo que la sustancia de detección puede salir del recubrimiento solamente con una velocidad comparativamente lenta. En cambio, desde un recubrimiento no tan bien endurecido la sustancia de

detección puede egresar con una velocidad relativamente rápida.

5 En la Figura 6, se ha representado esquemáticamente un procedimiento de acuerdo con la invención para determinar la cinética de salida de un recubrimiento. El material portador 600 comprende un recubrimiento 601 que ya desde el inicio del procedimiento contiene una cantidad o concentración prefijada de sustancia de detección. En cuanto a la sustancia de detección, puede tratarse, por ejemplo, de un material fluorescentemente activo, un material coloreado, un colorante, pigmentos de color, o una sustancia UV activa. Sin embargo, en el caso de una sustancia de detección también puede tratarse de un fotoiniciador que se utilizó para la polimerización del recubrimiento 601 y que por ello todavía se halla en el recubrimiento 601.

10 Para la determinación de la cinética de salida de la sustancia de detección del recubrimiento 601 se entrega el material portador 600 junto con el recubrimiento 601 en una solución 602, que inicialmente no contiene ninguna sustancia de detección. A partir de la introducción del recubrimiento 601 en la solución 602, penetra sustancia de detección desde el recubrimiento 601 en la solución 602, y la cantidad o bien concentración de la sustancia de detección en la solución 602 crecen. La concentración actual de la sustancia de detección en la solución 602 puede determinarse mediante un detector 603 que está acoplado, por ejemplo, mediante un sistema de circulación 604, al recipiente 605 que contiene la solución 602. De esta manera, es posible determinar la cantidad o concentración de la sustancia de detección en la solución 602 sea de manera continua o también después de transcurrido un intervalo de tiempo predefinido, para de esta manera determinar la velocidad de salida de la sustancia de detección desde el recubrimiento 601.

20 En la Figura 7, se ha representado la cantidad o bien concentración de sustancia de detección en la solución 602 en función del tiempo t para dos grados de endurecimiento distintos del recubrimiento 601. Al respecto, la curva 700 muestra un incremento comparativamente rápido de la cantidad o bien concentración de la sustancia de detección en la solución 602. Por lo tanto, la curva 700 corresponde a endurecimiento más bien incompleto del recubrimiento 601. En cambio, la curva 701 muestra un incremento comparativamente lento de la cantidad o bien concentración de sustancia de detección en la solución 602. Por lo tanto, la curva 701 corresponde a un buen grado de endurecimiento del recubrimiento 601.

25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar un grado de endurecimiento de un recubrimiento (101, 301) sobre un sustrato (100, 300), que comprende:
- 5 a) poner en contacto el recubrimiento (101, 301) durante un primer intervalo de tiempo con un primer material (102, 302), que contiene una concentración prefijada de sustancia de detección;
- b) determinar cuantitativamente una magnitud característica, que depende de una cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el primer intervalo de tiempo haya penetrado en el recubrimiento (101, 301), mediante por lo menos una de las siguientes: una investigación óptica, una investigación espectroscópica, una investigación cromatográfica del recubrimiento (101, 301);
- 10 c) determinar una cinética de ingreso de la sustancia de detección en el recubrimiento (101, 301) en base a la magnitud característica, en donde un recubrimiento bien endurecido presenta una reticulación relativamente fuerte, de manera tal que la sustancia de detección solamente pueda penetrar de una manera comparativamente lenta, mientras que, en cambio, la sustancia de detección puede penetrar a una velocidad relativamente elevada en un recubrimiento que tenga un recubrimiento no tan bien endurecido, en donde la cinética de ingreso permite obtener conclusiones acerca del grado de endurecimiento del recubrimiento;
- 15 d) derivar el grado de endurecimiento del recubrimiento (101, 301) a partir de la cinética de ingreso de la sustancia de detección en el recubrimiento (101, 301), siendo el grado de endurecimiento del recubrimiento tanto más elevado cuanto más reducida sea la cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el primer intervalo de tiempo penetre en el recubrimiento (101, 301).
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la magnitud característica es una medida para una cantidad o concentración de la sustancia de detección en el recubrimiento después de transcurrido el primer intervalo de tiempo.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado por que** la magnitud característica se determina varias veces para diversos valores del primer intervalo de tiempo.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la magnitud característica se determina en función del primer intervalo de tiempo.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** se pone en contacto, una vez transcurrido el primer intervalo de tiempo, el recubrimiento con un segundo material durante un segundo intervalo de tiempo, estando el segundo material diseñado para incorporar la sustancia de detección a partir del recubrimiento,
- 30 determinar la magnitud característica como medida para una cantidad o concentración de la sustancia de detección en el segundo material.
6. Procedimiento para determinar un grado de endurecimiento de un recubrimiento (601) sobre un sustrato (600), que comprende:
- 35 a) poner en contacto el recubrimiento (601) durante un intervalo de tiempo predeterminado con un material (602), en donde en el recubrimiento (601) se halla contenida una cantidad predeterminada de una sustancia de detección, y estando el material (602) dimensionado para absorber sustancia de detección procedente del recubrimiento (601);
- b) determinar cuantitativamente una magnitud característica, que depende de una cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el intervalo de tiempo predeterminado haya ingresado desde el recubrimiento (601) en el material (602), mediante por lo menos una de las siguientes: una investigación óptica, una investigación espectroscópica, una investigación cromatográfica del material (602);
- 40 c) determinar una cinética de salida de la sustancia de detección en el material (602) en base a la magnitud característica, en donde un recubrimiento bien endurecido presenta una reticulación relativamente fuerte, de manera tal que la sustancia de detección puede salir desde el recubrimiento solamente con una velocidad relativamente reducida, mientras que en cambio desde un recubrimiento no tan bien endurecido la sustancia de detección puede salir con una velocidad relativamente elevada, en donde la cinética de salida permite obtener una conclusión acerca del grado de endurecimiento del recubrimiento (601);
- 45 d) derivar el grado de endurecimiento del recubrimiento (601) a partir de la cinética de salida de la sustancia de detección, siendo el grado de endurecimiento del recubrimiento (601) tanto más elevado cuanto más reducida sea la cantidad o concentración de la sustancia de detección que durante el intervalo de tiempo predeterminado ingrese en el material (602).
- 50 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la magnitud característica es una medida para una cantidad o concentración de la sustancia de detección en el material después de transcurrido el intervalo de tiempo predeterminado.

8. Procedimiento según la reivindicación 6 o reivindicación 7, **caracterizado por que** la magnitud característica se determina varias veces para diversos valores del intervalo de tiempo predeterminado.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** la magnitud característica se determina en función del intervalo de tiempo predeterminado.

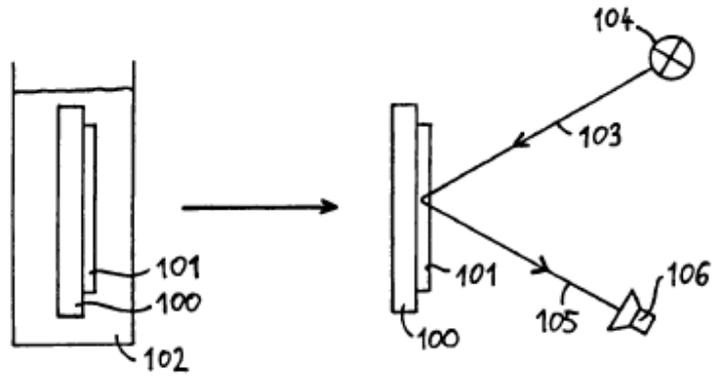


Fig. 1

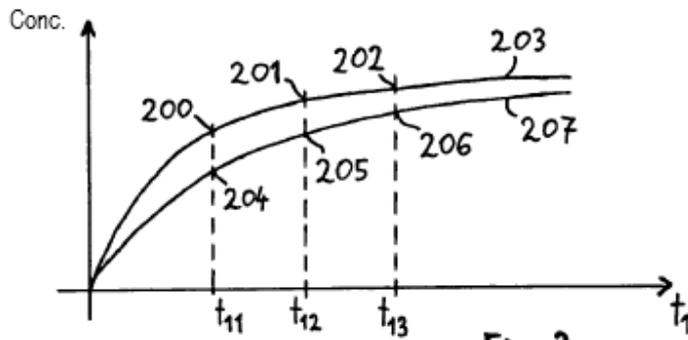


Fig. 2

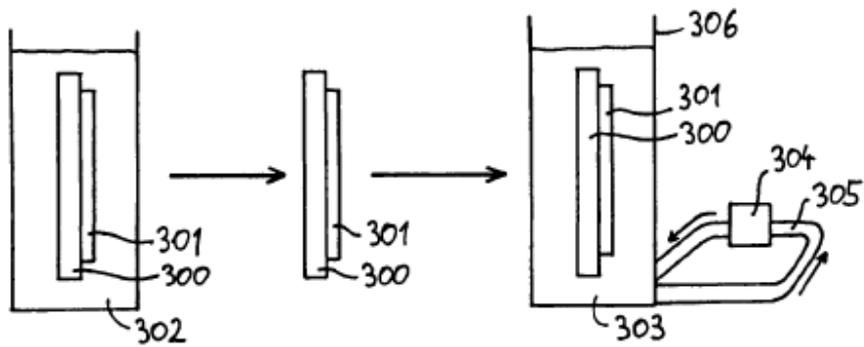


Fig. 3

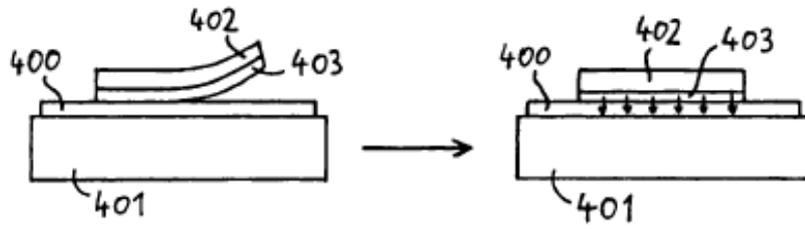


Fig. 4

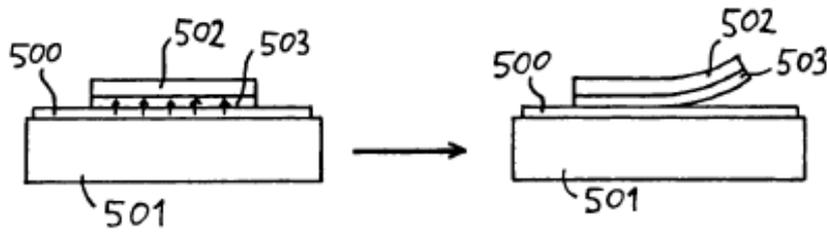
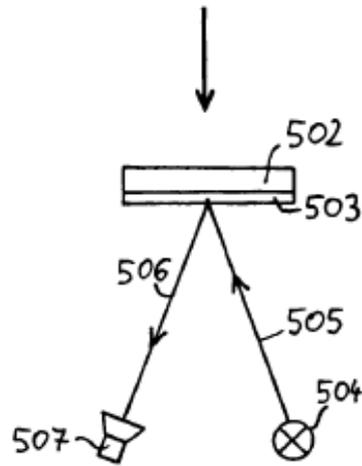


Fig. 5



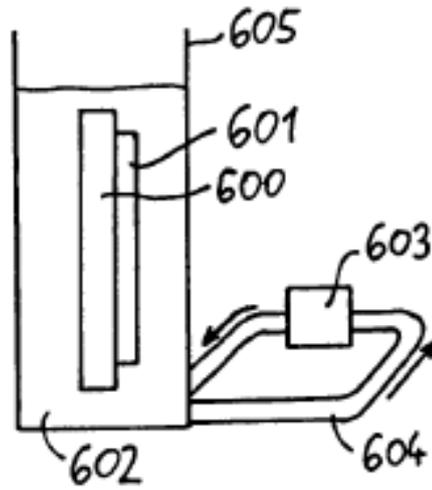


Fig. 6

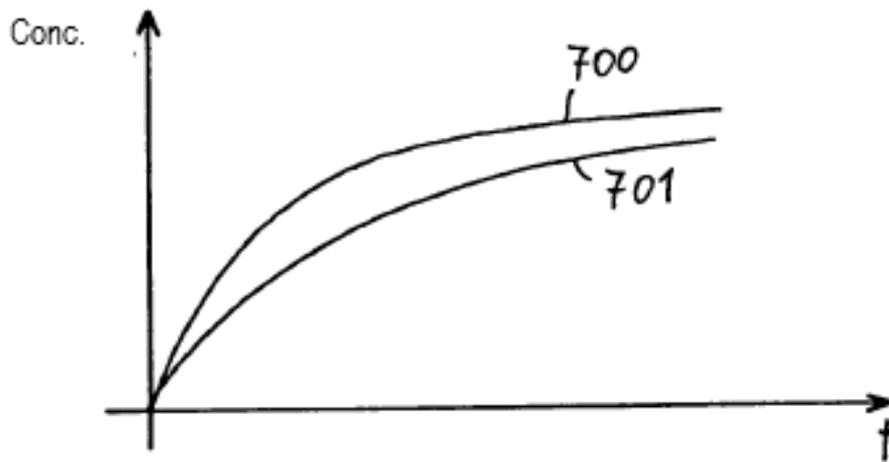


Fig. 7