

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 543**

51 Int. Cl.:

**C08F 2/48** (2006.01)

**C09D 4/00** (2006.01)

**C09J 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2012 E 12729496 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015 EP 2721076**

54 Título: **Procedimiento para la producción continua en línea de sustratos o estratificados poliméricos revestidos**

30 Prioridad:

**16.06.2011 DE 102011077612**

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

**29.10.2015**

73 Titular/es:

**EVONIK RÖHM GMBH (100.0%)  
Kirschenallee 45  
64293 Darmstadt, DE**

72 Inventor/es:

**KANZLER, WALDEMAR;  
HASSKERL, THOMAS;  
SEYOUM, GHIRMAY;  
KLIEM, PATRICK;  
KREBS, WERNER;  
FÖRSTER, DIETER y  
DANNEHL, MANFRED**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 549 543 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la producción continua en línea de sustratos o estratificados poliméricos revestidos

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción continua en línea de sustratos o estratificados poliméricos revestidos así como a un sistema de aparatos para llevar a cabo este procedimiento.

**Estado de la técnica**

10 Sustratos en forma de banda tales como, p. ej., planchas o láminas se producen desde hace tiempo en procesos continuos, p. ej., mediante extrusión de masas de moldeo de material sintético y se dotan de capas de recubrimiento funcionales para conseguir superficies de alta calidad. Superficies funcionales pueden generarse, p. ej., a través de  
 15 co-extrusión de masas de moldeo termoplásticas adecuadas o mediante revestimiento. En el caso del revestimiento se han acreditado procedimientos en línea con el empleo de sistemas curables por radiación y exentos de disolventes, dado que éstos son al mismo tiempo no contaminantes al igual que también ahorradores de energía, costos, tiempo y espacio. Entre los procedimientos curables por radiación está particularmente muy difundido el curado por UV de materiales de revestimiento polimerizables en los radicales, dado que, con respecto a otros  
 20 procedimientos tales como p. ej., el curado por radiación de electrones, ofrece ventajas de inversión, costos y espacio. Para conseguir superficies de alta calidad, a prueba de la intemperie, es favorable mantener alejado al oxígeno elemental del aire de la superficie no curada del material de revestimiento y curar el material de revestimiento, p. ej., bajo inertización. Sin embargo, la inertización significa una complejidad constructiva de costos elevados, una demanda adicional de espacio y un consumo permanente de gases de inertización. Por lo tanto, se desarrollaron procedimientos para el blindado frente al oxígeno del aire mediante la cubrición de la superficie no curada del material de revestimiento con un material de cubrición adecuado.

25 El documento EP-A-0 331 087 (Mitsubishi Rayon) describe un procedimiento para el revestimiento continuo de un sustrato con un material de revestimiento curable por UV, en donde el material de revestimiento no curado es cubierto con una lámina y es curado por medio de rayos UV. Al material de revestimiento se pueden añadir absorbedores de UV, cuando el fotoiniciador para el curado por radiación es sensible en el intervalo de longitudes de onda entre 360 y 400 nm. Lo desventajoso de las capas de recubrimiento obtenidas es, sin embargo, la adherencia relativamente baja de las mismas, siendo también visibles relativamente muchos puntos defectuosos.

30 El documento JP-A-2004-130540 (Mitsubishi Gas) describe un procedimiento en el que sobre un sustrato de policarbonato se aplica un material de revestimiento curable por UV, la película no curada es cubierta con una lámina y es curada mediante radiación UV a través de la lámina. Conforme a las enseñanzas de este documento de patente, la temperatura de la superficie a revestir debe encontrarse en el intervalo de 70 a 120°C. Preferiblemente, la viscosidad del material de revestimiento oscila entre 12 y 120 mPas, y el grosor del revestimiento se encuentra en el intervalo de 1 a 15 µm. En el caso de estos parámetros se alcanza una buena adherencia del revestimiento sobre el  
 35 policarbonato. Para el recubrimiento se emplean láminas de poliéster o triacetato. Mediante compresión de rodillos, cilindros, cepillos o rasquetas (espátulas) el material de revestimiento se distribuye uniformemente.

El documento de patente JP-A-2004-130540 enseña que temperaturas del sustrato elevadas conducen a una mejora de la adherencia de la capa de recubrimiento sobre el sustrato, pero la temperatura elevada es desventajosa para el desprendimiento de la lámina de cubrición después del proceso de curado. Muchas veces se obtiene un estratificado no separable o durante el desprendimiento de la lámina se forman deterioros en forma de líneas.

40 Otro inconveniente de la temperatura elevada del sustrato consiste en un desprendimiento prematuro de la lámina del sustrato revestido que puede manifestarse, en particular, antes del curado del material de revestimiento. Mediante un curado rápido del material de revestimiento, inmediatamente después de la estratificación, se puede evitar el desprendimiento. Este modo de proceder es, sin embargo, complejo y puede repercutir de manera desfavorable sobre la adherencia que se produce mediante la expansión del sustrato.

45 La expansión o disolución de un sustrato de material sintético es favorable para la adherencia entre el sustrato y el material de revestimiento y es sustentado o bien acelerado, p. ej., mediante temperaturas elevadas o mediante un prolongado tiempo de actuación del material de revestimiento no curado. No obstante, en el caso de una temperatura del sustrato muy elevada pueden resultar variaciones indeseadas de la calidad de la superficie que son visibles, p. ej., mediante un enturbiamiento de la superficie del sustrato, en particular de una superficie de material  
 50 sintético en el caso de un tiempo de acción demasiado prolongado del material de revestimiento no curado.

5 En el documento JP-A-2004-130540 se describe que el policarbonato pierde su resistencia al impacto cuando se expande demasiado, por lo cual se utiliza una formulación de revestimiento exenta de disolvente, especial, que debe contener obligatoriamente diacrilato de 1,9-nonanodiol como componente. Mediante el uso de 20 - 60 partes de diacrilato de 1,9-nonanodiol como componente del material de revestimiento se consigue limitar la expansión. Otra medida para limitar la expansión es el curado inmediatamente después del prensado de la lámina y de la placa del sustrato ya 12 cm por detrás del dispositivo de laminación.

Sustratos que son revestidos según este procedimiento con un tiempo de expansión corto muestran ciertamente una buena adherencia inicial, pero pierden la adherencia por completo después de exposición a la intemperie durante 1000 h en el Xenotest según la norma DIN EN ISO 4892-2.

10 En el documento JP7-74282B se menciona como medida para evitar la expansión del sustrato el enfriamiento hasta cerca de la temperatura ambiente. Esta medida contiene, en el caso de un revestimiento en línea, un tramo largo de enfriamiento en una línea de extrusión y un tiempo de permanencia correspondientemente largo. En el caso de este procedimiento no se forma fase mixta alguna entre el polímero sustrato y el material de revestimiento, lo cual repercute negativamente sobre la adherencia a largo plazo, dado que el nivel de tensión en la asociación es muy elevado.

15 En el documento DE 69222140T2 (EP 551 693 B1) se describe un procedimiento para el calentamiento de una lámina de policarbonato revestida con un material de revestimiento curable por UV con el fin de la incorporación por difusión de componentes del material de revestimiento en la capa superior del sustrato para inducir la adherencia. La lámina húmeda revestida es llevada, mediante un calentamiento posterior, a continuación del revestimiento, a una temperatura entre 32°C y 66°C y es curada por radiación UV. El inconveniente de este procedimiento es la contaminación del material de revestimiento humedecido con agua con partículas del entorno durante la fase de calentamiento.

20 Materiales de revestimiento curables por radiación son revestidos preferiblemente exentos de disolvente por motivos de la protección del medio ambiente y por motivos de costos, en particular costos de inversión. Problemático es, sin embargo, que en sistemas de materiales de revestimiento exentos de disolvente no son humedecidos por completo el polvo ni partículas de suciedad y en el caso de películas de materiales de revestimiento curadas conducen a defectos ópticos que son todavía aumentados mediante un efecto de lupa y son fuertemente perturbadores.

25 La calidad de la superficie del revestimiento es insuficiente para muchos requisitos ópticos cuando se trabaja según los procedimientos de revestimiento recogidos en el documento JP-A-2004-130540. Así, en particular entre 100 y 120°C, resulta una ondulación indeseada del revestimiento en la dirección de extrusión. Además, tal como se ha descrito precedentemente, pueden manifestarse desventajas mediante una disolución de la superficie del sustrato. A partir de los documentos JP-2004-130540A y JP7-74282B se conoce la pérdida de la resistencia al impacto del sustrato mediante la expansión durante el proceso de revestimiento. En el documento JP-A-2004-130540, la resistencia al impacto en la capa límite se pierde mediante la escasa viscosidad del material de revestimiento y por la expansión muy intensa provocada por ello.

### Misión

30 A la vista del estado de la técnica, era misión de la presente invención proporcionar un procedimiento que no presente o sólo lo haga en medida reducida los problemas previamente expuestos de los procedimientos del estado de la técnica. En la medida de lo posible, el procedimiento debe poder ser empleado universalmente para la producción de sustratos revestidos, así como para la producción de estratificados. Además, se ha de proporcionar un sistema de aparatos para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención.

35 En una primera misión especial, el procedimiento debe conducir a una adherencia a largo plazo muy buena entre el sustrato y el revestimiento o bien entre las distintas capas en el estratificado.

40 En una segunda misión especial, el control del procedimiento debe ser relativamente poco complicado, con el fin de que no sea necesaria una supervisión por parte de personal adicional.

45 En una tercera misión especial, ha de ser posible proveer a sustratos revestidos de una elevada calidad de la superficie conforme al perfil de requisitos indicado en la norma DIN EN ISO 7823-2, punto 4.2 "Aspecto" (Tabla). Preferiblemente, deberían aparecer las menos posibles alteraciones de superficie tales como ondulación o inclusiones de aire.

Además, el procedimiento debería poder ser configurado casi exento de mantenimiento, energéticamente eficaz y no contaminante. Además de ello, el procedimiento debe poder ser integrado en instalaciones de extrusión existentes, sin que se afecte posteriormente la velocidad de extrusión.

### Solución

5 Éste así como otros problemas no explícitamente mencionados, pero que a partir de los contextos comentados en la parte de introducción de esta memoria se pueden deducir o concluir sin más, se resuelven mediante un procedimiento con todas las características de la reivindicación 1, así como mediante un sistema de aparatos según la reivindicación 10. Variaciones convenientes del procedimiento de acuerdo con la invención se protegen en las reivindicaciones dependientes.

10 Los autores de la invención han encontrado, sorprendentemente, que mediante una regulación especial del tipo de disolución y en formas de realización preferidas, adicionalmente también de la temperatura de contacto (definiciones de las expresiones, véase más abajo) así como mediante un curado del material de revestimiento o bien pegamento es posible resolver los problemas expuestos en un procedimiento de revestimiento en línea en al menos dos etapas de curado, en donde al menos una etapa de curado, dispuesta a continuación de la primera etapa de curado es un curado por radiación, de manera particularmente preferida un curado por UV.

15 Sin estar ligados a una teoría determinada, los autores de la invención son de la opinión de que mediante la realización del curado en al menos dos etapas de curado se alcanza una elevada tasa de conversión de los grupos reactivos del material de revestimiento o bien pegamento, lo cual, entre otros, coopera en la adherencia particularmente buena y las propiedades técnicas de aplicación particularmente buenas de los materiales compuestos de acuerdo con la invención. Además, con ello puede alcanzarse una productividad de la instalación más elevada.

### Objetos de la invención

De manera correspondiente, objeto de la presente invención es un procedimiento para la producción continua en línea de sustratos o estratificados poliméricos revestidos, que comprende las etapas

- 25 a. provisión de un sustrato a base de un material polimérico  
 b. puesta en contacto del sustrato con un material de revestimiento o pegamento curable, preferiblemente mediante polimerización en los radicales  
 c. cubrición del material de revestimiento o pegamento con una lámina de recubrimiento  
 d. curado del material de revestimiento o pegamento  
 30 e. opcional separación de la lámina de recubrimiento  
 f. opcional control de la calidad óptica en línea  
 g. opcional aplicación de una lámina protectora

caracterizado por que

- 35 • el curado tiene lugar en al menos dos etapas de curado, en donde la primera etapa de curado es una etapa de curado térmico o una etapa de curado por radiación, preferiblemente es una etapa de curado por UV, y al menos una etapa de curado subsiguiente es una etapa de curado por radiación, preferiblemente una etapa de curado por UV, y  
 • el tiempo de disolución para el caso de que la primera etapa de curado sea una etapa de curado por radiación, preferiblemente una etapa de curado por UV o una etapa de curado térmico con inicio retardado asciende al menos a 10 s, o  
 40 • tiene lugar un inicio térmico espontáneo del curado durante el primer contacto entre el material de revestimiento o bien pegamento y  
 • la mezcla de monómeros del material de revestimiento o bien pegamento, preferiblemente la combinación a base de iniciador y monómeros de material de revestimiento o bien pegamento y/o la concentración del iniciador térmico,  
 45 y/o  
 • las condiciones del procedimiento, preferiblemente la velocidad de transporte del sustrato y/o la temperatura de contacto,

50 se eligen de manera que se obtenga una fase mixta a base de material de revestimiento o bien pegamento y polímero de sustrato disuelto, cuyo grosor oscila entre 70 y 1%, preferiblemente entre 60 y 3%, de manera muy particularmente preferida entre 50 y 5%, de manera muy especialmente preferida entre 70 y 5%, de manera muy especialmente preferida entre 60 y 10%, y de manera particularmente preferida entre 50 y 20% del grosor total de la capa de la capa de recubrimiento o bien adhesiva.

Además, es objeto un sistema de aparatos para la producción continua en línea de sustratos o estratificados poliméricos revestidos, que comprende

- I. un dispositivo para proporcionar un sustrato a base de un material polimérico
- II. un dispositivo para proporcionar una lámina de recubrimiento
- III. un dispositivo para revestir el sustrato y/o la lámina de recubrimiento con un material de revestimiento o un pegamento curable,

caracterizado

- por que el sistema de aparatos de está configurado de manera que el material de revestimiento o el pegamento aplicado sobre el sustrato en el sistema de aparatos es cubierto con una lámina de recubrimiento
- por que el sistema de aparatos está configurado de manera que el curado del material de revestimiento o del pegamento tiene lugar en al menos dos etapas de curado
- por que el sistema de aparatos comprende al menos una fuente de radiación, preferiblemente al menos una fuente de UV, la cual está dispuesta de manera que inicia una etapa de curado que sigue a la primera etapa de curado,
- por que el sistema de aparatos está configurado de manera que la temperatura de contacto puede ser variada,
- por que el sistema de aparatos está configurado de manera que el tiempo de disolución, en el caso de llevar a cabo la primera etapa de curado mediante curado por radiación, preferiblemente curado por UV, o curado térmico iniciado de manera retardada, asciende al menos a 10 s.

El procedimiento de acuerdo con la invención conduce a una muy buena adherencia entre el sustrato y la capa de recubrimiento o bien adhesiva formada a partir del material de revestimiento o pegamento. Mediante el tiempo de disolución, pero también por la realización del curado en dos o más etapas puede conseguirse que se difumine el claro límite de fases entre la capa de recubrimiento o bien adhesiva y el sustrato y se convierta en una zona de transición (fase mixta) amplia a base de material de revestimiento o bien pegamento y polímero de sustrato disuelto. Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención pueden obtenerse, por consiguiente, productos que se diferencien claramente, también estructuralmente y en sus propiedades técnicas de aplicación, de los productos del estado de la técnica. Así, los materiales compuestos de acuerdo con la invención pueden elaborarse mecánicamente mejor que los sustratos no revestidos. La capacidad térmica de rebordeado es también posible en el caso de radios muy pequeños de hasta un grosor de placa x10, sin que resulten grietas en el revestimiento. La estabilidad frente a los productos químicos y el comportamiento frente al fuego de los materiales compuestos de acuerdo con la invención son claramente mejores que en el caso de los materiales compuestos habituales.

Por consiguiente, objeto de la presente invención son también materiales compuestos que comprenden una capa de recubrimiento y un sustrato o bien un sustrato, una capa adhesiva y otra capa dispuesta sobre la capa adhesiva, caracterizados por que en la capa de recubrimiento o bien adhesiva existe un límite de fases entre una fase externa, con una pequeña proporción de polímero de sustrato disuelto, y una fase mixta con una proporción elevada de polímero de sustrato con respecto a la fase externa. Junto a ello, los materiales compuestos presentan un límite de fases entre dicha fase mixta y el sustrato.

Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención, antes del curado de la capa de material de revestimiento o bien adhesiva, se alcanza una disolución y expansión de la superficie del sustrato que es co-responsable de la buena adherencia del revestimiento sobre el sustrato. Con otras palabras, después de la aplicación del material de revestimiento o bien pegamento líquido sobre el sustrato, se disuelve una parte de la superficie del sustrato y los polímeros disueltos se entremezclan con el material de revestimiento o bien pegamento. En este caso se forma una fase externa de la capa de revestimiento o bien adhesiva que no contiene o sólo contiene pequeñas cantidades de polímero de sustrato disuelto. Además, se forma una fase mixta a base polímeros del material de revestimiento y polímeros del sustrato disueltos. Esta fase mixta, que está dispuesta entre la fase externa y el sustrato, actúa como un inductor de la adherencia y asegura la buena adherencia del revestimiento de acuerdo con la invención sobre el sustrato.

Los materiales compuestos de acuerdo con la invención se distinguen, en una forma de realización preferida, por una fase mixta particularmente amplia. En este caso, el grosor de la fase externa oscila preferiblemente entre 30 y 99%, de manera particularmente preferida entre 30 y 97%, de manera muy particularmente preferida entre 30 y 95%, de manera especialmente preferida entre 40 y 90% y de manera muy especialmente preferida entre 50 y 80% del grosor total de la capa de recubrimiento o bien adhesiva y el grosor de la fase mixta de manera correspondiente entre 70 y 1%, preferiblemente entre 70 y 3%, de manera particularmente preferida entre 70 y 5%, de manera muy particularmente preferida entre 60 y 10%, y de manera especialmente preferida entre 50 y 20%, proporcionando las dos fases en total el 100% del espesor total de la capa de recubrimiento o bien adhesiva.

Las distintas capas pueden reconocerse y analizarse en fotografías de TEM (detalles para la medición, véase más abajo). En aras de la exhaustividad, se ha de indicar en este punto que - en función de la elección de la lámina de recubrimiento - es posible que también componentes de esta lámina pasen a la fase externa, de modo que puede ser que en la TEM aparezca una delgada 4ª fase. En este caso, sin embargo, todas las fases que existen entre el límite de fases fase mixta/fase externa y la superficie externa de los materiales compuestos o bien de la transición capa adhesiva a capa más externa se consideran dentro del marco de la presente invención como una fase, a saber, como la fase externa. Con otras palabras, en el caso de la determinación de la relación de grosores entre la fase externa y la fase mixta, en el marco de la presente invención, "sub-fases" no se consideran por separado dentro de la fase externa.

En la Figura 1 de la presente invención se revistió un sustrato a base de PMMA con una material de revestimiento (detalles, véase el Ejemplo 2, parámetros de revestimiento E2). Se reconoce claramente el sustrato claro en la esquina inferior de la izquierda, a la que le sigue la fase mixta algo más oscura y, finalmente, la fase externa más oscura. La zona blanca en la esquina superior de la derecha es aire. Las ligeras ondulaciones y los dibujos dentro de la fase externa son artefactos de corte que han de atribuirse a la preparación de las muestras. En la Figura 1, el grosor de la fase mixta asciende a aproximadamente 42% del grosor total de la capa de recubrimiento, y el grosor de la fase externa asciende de manera correspondiente a aprox. 58%.

Una ventaja del procedimiento de acuerdo con la invención es que la lámina de recubrimiento, en la medida en que se utilice una lámina de sacrificio, puede utilizarse varias veces. Además de ello, el control del procedimiento puede configurarse de manera relativamente no complicada, en donde el procedimiento es insensible, en particular en relación con las oscilaciones de temperatura. Además, el sustrato revestido o bien el estratificado presenta una elevada calidad de la superficie. Así, en particular, apenas aparecen alteraciones de la superficie tales como una ondulación o inclusiones de aire. Este es particularmente el caso cuando en el procedimiento de acuerdo con la invención se lleva a cabo un control de calidad óptico en línea, con lo cual se pueden inmediatamente contrarrestar posibles empeoramientos de la calidad.

El procedimiento de acuerdo con la invención también puede emplearse con el fin de obtener de manera sencilla y segura una superficie estructurada. En este caso, se pueden alcanzar asimismo las ventajas previamente expuestas en relación con una elevada adherencia.

Además, el procedimiento puede llevarse a cabo de forma segura y sencilla en instalaciones conocidas, pudiendo alcanzarse, en particular, prolongados intervalos de mantenimiento y bajos tiempos de parada. El procedimiento de acuerdo con la invención se distingue por bajos costes energéticos y puede configurarse de manera no contaminante. En particular, puede renunciarse por completo a disolventes, en donde no tienen que ser liberados al medio ambiente ninguna materia peligrosa. Con ello, se puede renunciar a medidas de protección por explosión especiales y muy costosas, y pueden realizarse rendimientos de materiales de revestimiento de hasta 100%.

El procedimiento de acuerdo con la invención puede automatizarse ampliamente, pudiendo incorporarse los grupos necesarios en los tramos de refrigeración existentes de instalaciones de extrusión, dado que los mismos sólo presentan una baja demanda de espacio. Con ello, puede mantenerse baja la demanda de personal.

En comparación con procedimientos fuera de línea, el procedimiento de acuerdo con la invención conduce a una ventaja significativa de los costes. Mediante la cubrición de la capa de material de revestimiento o bien la capa adhesiva con una lámina puede renunciarse a una costosa inertización con nitrógeno.

#### 40 Definiciones de términos y expresiones

La presente invención se describe a continuación en detalle. Previamente se definen, sin embargo, todavía algunos términos y expresiones importantes.

Por **sustrato** se entiende en el marco de la presente invención una banda de material sintético que, en función del grosor, puede elaborarse tanto para formar una lámina como también planchas. El sustrato puede consistir en una banda de material sintético maciza, pero también es posible crear mediante extrusión, mediante correspondientes toberas, los denominados perfiles de cámaras huecas. Técnicas correspondientes son conocidas por el experto en la materia. Además, el sustrato puede presentarse en forma de estratificado a base de varios materiales sintéticos o bien capas de material sintético, eventualmente unidas mediante correspondientes capas adhesivas.

Por **lámina de recubrimiento** se entiende una lámina que se coloca sobre el material de revestimiento o pegamento de manera que éste queda incluido entre la capa de recubrimiento y el sustrato. Si en el procedimiento de acuerdo con la invención se prepara un sustrato revestido, entonces como lámina de recubrimiento se utiliza una **lámina de sacrificio**, la cual se aplica antes o con la primera etapa de curado sobre el material de revestimiento y se retira de

nuevo después de la primera o de otra etapa de curado. Esto implica en una variante particular del procedimiento de acuerdo con la invención que no sea retirada la lámina de sacrificio en la preparación del material compuesto y permanezca durante el almacenamiento y el transporte como lámina protectora, de modo que es retirada sólo en el caso de la aplicación final del producto de acuerdo con la invención. La lámina de sacrificio puede presentar una superficie estructurada que crea una estructura en la capa de material de revestimiento. Con ello pueden generarse sustratos revestidos con una superficie estructurada. La lámina de sacrificio se utiliza preferiblemente de nuevo.

Si según el procedimiento de acuerdo con la invención se produce un estratificado, entonces, en lugar de una material de revestimiento se utiliza un pegamento curable mediante polimerización en los radicales, y la lámina de recubrimiento se incorpora firmemente en el estratificado después del curado. En función de la estructura de la lámina de recubrimiento también puede generarse en este caso una superficie estructurada.

**Estructurada** significa que la superficie de la **capa de recubrimiento**, es decir, la capa más externa del producto de acuerdo con la invención, presente depresiones, ensanchamientos, irregularidades, etc.

**Temperatura de contacto** describe la temperatura de la superficie del sustrato que es unida con el material de revestimiento o pegamento, medida 5 cm antes del primer contacto del sustrato con el material de revestimiento o pegamento.

**Capa de recubrimiento** designa el revestimiento curado de un sustrato con el material de revestimiento. La capa de recubrimiento forma en el caso de la aplicación final la superficie externa del material compuesto de acuerdo con la invención. Por el contrario, con la **capa de material de revestimiento** se designa la capa obtenida después de la aplicación y antes del endurecimiento definitivo del material de revestimiento sobre el sustrato.

**Capa adhesiva** designa el revestimiento curado de un sustrato con el pegamento. La capa adhesiva forma una capa de unión entre el sustrato y otra capa externa del material compuesto. Por el contrario, con **capa adhesiva** se designa la capa obtenida después de la aplicación y antes del curado definitivo del pegamento sobre el sustrato.

**Tiempo de disolución** describe el intervalo de tiempo entre el primer contacto del material de revestimiento o pegamento con el sustrato y el comienzo de la primera etapa de curado. Si la primera etapa de curado se lleva a cabo en forma de un curado térmico, es decir, el material de revestimiento o pegamento comprende un iniciador térmicamente activable, entonces el tiempo de disolución puede ascender, en función de la temperatura del sustrato, también a cero o bien próxima a cero, es decir, el curado puede comenzar inmediatamente después del primer contacto del sustrato y el material de revestimiento o pegamento. Sin embargo, en este caso, el curado se controla de modo que tenga lugar una disolución suficiente paralelamente al curado que se inicia. En el caso de la realización de la primera etapa de curado mediante curado por radiación, preferiblemente mediante curado por UV, el tiempo de disolución es el tiempo del primer contacto del material de revestimiento o pegamento con el sustrato y la primera incidencia de los rayos sobre el material de revestimiento o bien el pegamento.

Por **etapa de curado** se entiende, en el marco de la presente invención, una reacción de polimerización de componentes del material de revestimiento o bien del pegamento desencadenada por una activación de un iniciador o de un acelerador o mediante la aportación directa de energía para superar la energía de activación para la reacción de monómeros y oligómeros, p. ej., en el caso de la poliadición o policondensación. La presente invención comprende preferiblemente un curado térmico y un curado por radiación, en donde mediante la aportación de energía térmica o de radiación, preferiblemente energía UV, es activado un iniciador o un acelerador o es aportada la energía de activación necesaria, de modo que se desencadena una reacción de polimerización en los radicales, una policondensación o una poliadición. La aportación de la energía térmica necesaria puede tener lugar a través de la temperatura del sustrato, es decir, el sustrato puede calentarse a la temperatura correspondiente antes del primer contacto con un material de revestimiento o pegamento que contiene un iniciador térmico, o curable mediante poliadición o policondensación, o en el caso de que el sustrato estuviera ya previamente demasiado caliente, puede enfriarse. Sin embargo, también es posible poner en contacto primeramente con un material de revestimiento o pegamento un sustrato que durante el primer contacto con el material de revestimiento o pegamento no presente la temperatura necesaria para la activación del iniciador o del acelerador o para la aportación de la energía de activación necesaria, y después calentar el material compuesto resultante y activar el iniciador térmico.

Si en el procedimiento de acuerdo con la invención se utilizan varias fuentes de radiación dispuestas una detrás de otra en la dirección de movimiento del sustrato, entonces en el marco de la presente invención se parte del hecho de que cada una desencadena una etapa de curado. Sin embargo, si con el fin de poder irradiar toda la anchura del sustrato se disponen una junto a otra, perpendicularmente a la dirección de movimiento del sustrato, varias fuentes de irradiación, entonces esto se evalúa en el marco de la presente invención como una etapa de curado, en particular mientras que las fuentes de radiación y las dosis sean idénticas.

Por **curado por radiación** se entiende en el marco de la presente invención el curado mediante radiación rica en energía, en particular en el intervalo de longitudes de onda de 220 nm a 480 nm, radiación de electrones. Particularmente preferido es el curado mediante rayos UV en el intervalo de longitudes de onda de 260 nm a 420 nm.

- 5 El término **(met)acrilato** representa acrilato, metacrilato, así como mezclas a base de ambos. (Met)acrilatos con al menos dos dobles enlaces también se conocen como monómeros reticulantes.

### Descripción detallada de la invención

El procedimiento de acuerdo con la invención sirve para el revestimiento de sustratos o bien para la producción de estratificados a partir de sustratos correspondientes.

#### 10 Los sustratos

Los sustratos se preparan, preferiblemente, mediante procedimientos de conformación termoplásticos a partir de masas de moldeo o mediante polimerización por colada continua, en donde las masas de moldeo contienen, de manera particularmente preferida, polímeros termoplásticamente elaborables.

- 15 A los polímeros preferidos pertenecen, por ejemplo poli(met)acrilatos, en particular poli(metacrilato de metilo) (PMMA), poli(met)acrilimidadas, poli(acrilonitrilos, poliestirenos, poliéteres, poliésteres, policarbonatos, poli(cloruros de vinilo). En este caso, se prefieren poli(met)acrilatos y poli(met)acrilimidadas. Estos polímeros pueden emplearse individualmente así como en forma de mezcla. Además de ello, estos polímeros pueden presentarse también en forma de copolímeros. Copolímeros preferidos son, entre otros, copolímeros de estireno-acrilonitrilo, copolímeros de acrilonitrilo-estireno-butadieno, copolímeros de estireno-ácido maleico, copolímeros de (met)acrilato-estireno-anhídrido de ácido maleico, polifenilsulfonas (PPSU), polímeros COC (copolímeros de olefinas cíclicas) y copolímeros de poli(metacrilato de metilo), en particular copolímeros de poli(metacrilato de metilo)-poli(met)acrilamida.

- 25 De acuerdo con un aspecto particular de la presente invención, pueden emplearse masas de moldeo que contengan policarbonatos. Los policarbonatos son conocidos en el mundo científico. Los policarbonatos pueden considerarse formalmente como poliésteres a base de ácido carbónico y compuestos dihidroxi alifáticos o aromáticos. Son fácilmente accesibles mediante reacción de diglicoles o bisfenoles con fosgeno o bien diésteres del ácido carbónico mediante reacciones de policondensación o bien transesterificación. De acuerdo con una forma de realización particular de la presente invención, pueden emplearse masas de moldeo que contengan al menos 20% en peso, preferiblemente al menos 50% en peso y de manera muy particularmente preferida, al menos 80% en peso de policarbonatos.

- 30 De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, masas de moldeo particularmente preferidas para la producción de los sustratos presentan al menos 15% en peso, preferiblemente al menos 50% en peso y de manera particularmente preferida al menos 80% en peso de poli(met)acrilatos, poli(metacrilato de metilo), polimetacrilmetilimida y/o copolímeros de poli(metacrilato de metilo), referido al peso total de la masa de moldeo. El término (met)acrilatos comprende metacrilatos y acrilatos, así como mezclas de ambos.

- 35 Poli(met)acrilatos son polímeros generalmente conocidos que se pueden obtener, de acuerdo con la invención, preferiblemente mediante polimerización de una mezcla de monómeros que presenta al menos 60% en peso, preferiblemente al menos 80% en peso de (met)acrilatos, referido al peso de los monómeros. La preparación de los homopolímeros y/o copolímeros de (met)acrilato según los distintos procedimientos de la polimerización en los radicales es en sí conocida. Así, los polímeros pueden prepararse en polimerización en masa, en disolución, en suspensión o en emulsión. La polimerización de las sustancias se describe a modo de ejemplo en Houben-Weyl, tomo E20, parte 2 (1987), pág. 1145 y siguientes. Indicaciones valiosas en relación con la polimerización en disolución se encuentran asimismo allí en la pág. 1156 y siguientes. Explicaciones con respecto a la técnica de polimerización en suspensión se encuentran asimismo allí en la pág. 1149 y siguientes, mientras que la polimerización en emulsión se recoge y explica precisamente allí en la pág. 1150 y siguientes.

Otro sustrato preferido es un material (co)-extrudido a base de una o varias capas de poli(met)acrilato que contiene cargas orgánicas y/o inorgánicas, con una óptica no transparente y una superficie brillante con efecto de profundidad, particularmente de alta calidad. Un ejemplo comercial es PLEXIGLAS Parapan.

- 50 Sustratos polímeros preferidos pueden contener aditivos habituales. A estos aditivos pertenecen, entre otros, cargas orgánicas e inorgánicas, partículas en la escala de nanómetros, pigmentos, agentes de separación, antiestáticos, antioxidantes, agentes de desmoldeo, ignífugos, lubricantes, colorantes, agentes para la mejora del flujo,

5 fotoestabilizadores, absorbedores UV inorgánicos y orgánicos, amins estéricamente impedidas, agentes protectores frente al desmoronamiento y plastificantes y modificadores de la resistencia al impacto. Los aditivos se emplean en una cantidad habitual, es decir, de hasta 80% en peso, preferiblemente de hasta 30% en peso, referido a la masa total. Si la cantidad es mayor que el 80% en peso referido a la masa total, entonces pueden verse fuertemente perjudicadas propiedades de los materiales sintéticos tales como, por ejemplo, su capacidad de elaboración.

10 Los sustratos de acuerdo con la invención son, por norma general, sensibles al rayado cuando no están bonificados en la superficie y emiten luz de cada uno de los rayados. Un ejemplo comercial es PLEXIGLAS Endlighten, que se emplea particularmente para fines decorativos y para publicidad luminosa. Por lo tanto, de acuerdo con la invención, se aplica preferiblemente un material de revestimiento para la producción de un revestimiento resistente al rayado.

### Preparación de los sustratos

15 El sustrato a revestir puede prepararse mediante polimerización por colada continua o a partir de masas de moldeo mediante cualquier técnica de moldeo conocida, conduciendo el presente procedimiento a ventajas sorprendentes en el caso de procedimientos de extrusión. Con ello, pueden prepararse de forma continua sustratos y proveerse durante la fase de enfriamiento de un revestimiento funcional. Esto ahorra un calentamiento adicional a la temperatura de contacto y, por consiguiente, tiempo y costos. De manera correspondiente, el sustrato a revestir se puede obtener preferiblemente mediante extrusión.

20 Ventajas sorprendentes en relación con la calidad del revestimiento obtenido pueden alcanzarse, entre otros, debido a que el sustrato presenta una temperatura de contacto adaptada al material del sustrato. Detalles respecto a ello se explican más adelante en el capítulo de Detalles del Procedimiento.

25 A temperaturas por debajo de esta temperatura de contacto indicada en detalle más adelante puede disminuir la adherencia del revestimiento sobre el sustrato. Además, se encontraron enturbiamientos y formaciones de grietas después de la prueba de exposición a la intemperie durante 1000 h en el Xenotest según la norma DIN EN ISO 4892-2. Ensayos analíticos dieron como resultado, además, que temperaturas demasiado bajas conducían a bajas tasas de conversión de dobles enlaces en el material de revestimiento. Temperaturas por encima de estos límites pueden conducir muchas veces a imperfecciones ópticas. Además, en este caso, puede producirse una adherencia demasiado intensa de la lámina de sacrificio, de modo que ésta ya no pueda ser desprendida.

30 Preferiblemente, el sustrato presenta un grosor en el intervalo de 10 µm a 500 µm y preferiblemente de 20 µm a 100 µm, de manera particularmente preferida de 30 µm a 50 µm y, de manera muy particularmente preferida de 50 µm a 25 mm.

### El material de revestimiento o bien pegamento

35 El presente procedimiento sirve, en particular, para el revestimiento de sustratos con un material de revestimiento para obtener una capa de recubrimiento. Sin embargo, también se puede utilizar con el fin de producir estratificados mediante el empleo de pegamentos correspondientes entre dos capas de estratificado. Material de revestimiento o bien pegamento se aplica sobre el sustrato y/o la lámina de recubrimiento y se cura de acuerdo con la invención.

40 El tipo y la composición del material de revestimiento dependen de las propiedades a conseguir de la lámina de recubrimiento. Así, conforme al procedimiento de acuerdo con la invención, pueden obtenerse, entre otros, láminas de recubrimiento que sean resistentes al rayado, resistentes a la intemperie, antiestáticos, hidrófilos, hidrófobos, antifricción, imprimibles, brillantes, estructuradas o mates, o presentar al mismo tiempo varias de las propiedades mencionadas. Además, pueden obtenerse propiedades de barrera o anti-grafiti. La capa de recubrimiento puede presentar, además, propiedades dispersoras de agua, biocidas y/o autolimpiables.

45 En el caso de las resinas para el curado térmico y/o inducido por radiación, preferiblemente inducido por UV, se trata de compuestos insaturados que conducen a la formación de la película a través de radicales libres en reacciones de reticulación. Mediante la variación del tipo y número de grupos funcionales, así como de las longitudes y estructura de las cadenas, se puede acceder a una amplia paleta de productos con un amplio espectro de propiedades. Los representantes más importantes de estos productos son compuestos de ésteres acrílicos, seguidos de poliésteres insaturados. Conforme a la invención se prefieren materiales de revestimiento o bien pegamentos a base de acrilatos de poliésteres, acrilatos de poliéteres, acrilatos epoxídicos y acrilatos de uretano.

50 Materiales de revestimiento preferidos pueden contener componentes polimerizables con un contenido en monómeros, oligómeros y resinas de ésteres (met)acrílicos de elevado peso molecular y/o compuestos vinílicos de al menos 40%, preferiblemente al menos 60% y de manera particularmente preferida al menos 80%.

Las materiales de revestimiento y pegamentos utilizados de acuerdo con la invención pueden comprender monómeros como diluyentes reactivos que sirven, en primer término, para la reducción de la viscosidad. Se incorporan en la cadena polimérica durante la polimerización y, por consiguiente, influyen directamente sobre las propiedades del material de revestimiento. Una característica importante de los monómeros es su funcionalidad.

5 Pueden utilizarse monómeros monofuncionales a hexafuncionales. Mediante la funcionalidad se puede controlar la densidad de reticulación y, por consiguiente, sus propiedades de película químico/físicas. Monómeros utilizados preferiblemente de acuerdo con la invención comprenden: triacrilato de trimetilolpropano (TMPTA), diacrilato de butanodiol (BDDA), diacrilato de hexanodiol (HDDA), diacrilato de tripropilenglicol (TPGDA), diacrilato de dipropilenglicol (TPGDA), acrilato de fenoxietilo (POEA), acrilato de 4-t-butilciclohexilo (TBCH), (met)acrilato de isobornilo (IBOA), (met)acrilato de hidroxietilo (HE(M)A), (met)acrilato de butilo, acrilato de etildiglicol (EDGA),  
10 monoacrilato de butanodiol (BDMA), acrilato de isodecilo, hexa-acrilato de dipentaeritritol (DPHA), tri/tetra-acrilato de pentaeritritol (TMPTA).

De particular interés son, además de ello, materiales de revestimiento para la producción de un revestimiento resistente al rayado que comprenden a lo sumo 90% en peso, de manera particularmente preferida a lo sumo 50%  
15 en peso de monómeros con cuatro o menos dobles enlaces.

Materiales de revestimiento o bien pegamentos utilizados de acuerdo con la invención pueden comprender, además, componentes formadores de película, es decir, pre-polímeros o bien oligómeros. Estos componentes influyen sobre el carácter fundamental del material de revestimiento curado por radiación tales como dureza, resistencia al rayado, flexibilidad, resistencia a la adherencia, elasticidad, etc. De acuerdo con la invención, se utilizan principalmente  
20 compuestos con dobles enlaces polimerizables en los radicales que forman una película mediante reacciones de reticulación. Formadores de película particularmente preferidos para la polimerización en los radicales, preferiblemente mediante curado por radiación, de manera particularmente preferida mediante curado inducido por UV son acrilatos epoxídicos, acrilatos de poliésteres, acrilatos de poliéteres, acrilatos de poliuretano, acrilatos de silicona. Ejemplos de ellos son los productos Laromer® de la razón social BASF, productos Ebecryl® de la razón  
25 social Cytec, productos Genomer® de la razón social Rahn, productos Sartomer® de la razón social Sartomer.

#### Acrilatos epoxídicos

Los acrilatos epoxídicos resultan de la reacción de resinas epoxídicas aromáticas o alifáticas con ácido acrílico libre. Los revestimientos se distinguen por una elevada reactividad, elevada dureza y buena estabilidad frente a los compuestos químicos.

#### 30 Acrilatos de poliésteres

Los acrilatos de poliésteres son productos de reacción de poliésteres con grupos hidroxilo en posición terminal y ácido acrílico. Los revestimientos se distinguen por una buena dureza y resistencia a la intemperie.

#### Acrilatos de poliéteres

Los acrilatos de poliéteres son productos de la esterificación de poliéteres, la mayoría lineales, con grupos hidroxilo libres y ácido acrílico.  
35

#### Acrilatos de poliuretano

Los acrilatos de poliuretano se obtienen en la reacción de pre-polímeros de poliuretano con grupos isocianato en posición terminal y acrilatos de hidroxialquilo. Los acrilatos de uretano más sencillos resultan mediante la reacción de un diisocianato con un monómero con contenido en grupos hidroxilo. Los revestimientos se distinguen por una  
40 muy buena resistencia a la intemperie, resistencia a los productos químicos y dureza con una simultánea buena flexibilidad.

#### Acrilatos de silicona

Los acrilatos de silicona resultan mediante reacción de polidialquilsilanos con grupos silanol en posición terminal y acrilatos de hidroxialquilo, o mediante la adición de ácido acrílico a polidialquilsilanos que contienen grupos epóxido en posición terminal. A menudo, los productos de este grupo de acrilato se emplean en formulaciones de  
45 pegamentos.

Los componentes arriba mencionados de los materiales de revestimiento o bien pegamentos utilizables de acuerdo con la invención son conocidos por el experto en la materia y se pueden adquirir en el comercio. En función de la

propiedad pretendida de la capa de recubrimiento o bien capa adhesiva puede elegirse un material de revestimiento o bien pegamento correspondiente. En lo que sigue se comentan materiales preferidos para las capas de recubrimiento o bien adhesivas.

Materiales de revestimiento para revestimientos resistentes al rayado

- 5 La resistencia al rayado del revestimiento depende, entre otros, del grado de reticulación, el cual, sin embargo, no es aumentable de manera arbitraria. En el caso de una densidad de reticulación demasiado elevada, la oscilación de polimerización puede aumentar fuertemente y pueden congelarse tensiones en el revestimiento que ya no puedan ser relajadas. Las tensiones congeladas pueden conducir, después de la carga, p. ej., mediante exposición artificial o natural a la intemperie, a la pérdida de adherencia o a la deformación del objeto revestido con el material de revestimiento. Por lo tanto, es favorable ajustar un equilibrio entre la resistencia al rayado y la densidad de reticulación. Por este motivo, el número de dobles enlaces por kg de material de revestimiento se mantiene preferiblemente dentro de un intervalo óptimo. En este caso, la resistencia al rayado puede aumentarse, en particular, mediante el uso de (met)acrilatos con tres o más dobles enlaces.

Materiales de revestimiento para capas de recubrimiento dispersoras de agua

- 15 Ejemplos de materiales de revestimiento para la producción de capas de recubrimiento dispersoras de agua hidrófilas con propiedades antiestáticas mejoradas y superficies fáciles de limpiar son composiciones con un sol con contenido en dióxido de silicio a base de nanopartículas de SiO<sub>2</sub>, dispersadas en un monómero monofuncional o polifuncional. Cuanto mayor sea el contenido en SiO<sub>2</sub> de los materiales de revestimiento, tanto más hidrófilo será el revestimiento. En el caso más sencillo, un nanosol de sílice comercialmente disponible puede mezclarse con monómeros con uno o varios dobles enlaces en el (met)acrilato tal como, por ejemplo, un sol de SiO<sub>2</sub> al 50 por ciento en el acrilato, adquirible de la razón social Nanoresins, Geesthacht, bajo el nombre Nanocryl con fotoiniciadores y puede curarse. Soles de este tipo pueden mezclarse entre sí y/o combinarse con otros (met)acrilatos, oligómeros y aditivos, con el fin de ajustar la viscosidad, la reactividad, la reticulación, flexibilidad, dureza, hidrofiliia y estabilidad a largo plazo del revestimiento.

25 Materiales de revestimiento para una capa de recubrimiento antiestática

- Ejemplos de materiales de revestimiento para capas de recubrimiento antiestáticas son formulaciones de los monómeros y oligómeros mencionados con al menos una carga inorgánica conductora tal como, p. ej., óxido de indio-estaño, óxido de antimonio-estaño, otros óxidos inorgánicos y/o mezclas de los óxidos. Cargas inorgánicas adecuadas se pueden adquirir, p. ej., de la razón social Evonik-Degussa bajo el nombre AdNano ITO, o de la razón social American Elements, Los Angeles (ATO).

Materiales de revestimiento para superficies autolimpiables

- Ejemplos de materiales de revestimiento para capas de recubrimiento fotocatalíticas autolimpiables contienen preferiblemente dióxido de titanio en la modificación de anatasa o de Brookit. Dado que el material fotocatalítico degrada componentes orgánicos en el revestimiento, es necesaria una composición particular del revestimiento con componentes orgánico-inorgánicos. La proporción de los componentes degradables oxidativamente se elige lo más baja como sea necesaria. Favorable para la estabilidad a la largo plazo es una estructura multicapa a base de una o varias capas inductoras de la adherencia y una capa con contenido en principios activos o un gradiente del material fotocatalítico con una acumulación en la superficie y un contenido lo más bajo posible en el límite de fases al sustrato o de la capa inductora de la adherencia situada por debajo.

- 40 Con el fin de ser óptimamente adecuados para el procedimiento de acuerdo con la invención, los materiales de revestimiento arriba descritos con mayor detalle, deberían presentar preferiblemente una viscosidad dinámica en el intervalo de 50 a 10000 mPas a 25°C, de manera particularmente preferida en el intervalo de 200 a 5000 mPas a 25°C y de manera muy particularmente preferida en el intervalo de 200 a 2000 mPas a 25°C, pudiendo determinarse la viscosidad dinámica con un viscosímetro de cono y placa según la norma DIN 53018. En el caso de los pegamentos, la viscosidad dinámica se encuentra preferiblemente en el intervalo de 100 a 20000 mPas a 25°C, de manera particularmente preferida en el intervalo de 5000 a 10000 mPas a 25°C, y de manera muy particularmente preferida en el intervalo de 1000 a 5000 mPas a 25°C. Para el ajuste de la viscosidad pueden añadirse a los materiales de revestimiento o bien pegamentos agentes controladores de la reología o polímeros, siendo particularmente preferidos como espesantes oligómeros curables por radiación, preferiblemente curables por UV.

- 50 Para el curado, los materiales de revestimiento o bien pegamentos utilizados de acuerdo con la invención comprenden preferiblemente al menos un iniciador, activador y/o acelerador mediante el cual se inicia el curado de la capa del material de revestimiento o bien adhesiva. La reacción de los grupos reactivos de los componentes de

5 los materiales de revestimiento o bien pegamento puede tener lugar mediante polimerización en los radicales y/o poliadición y/o policondensación. Se pueden utilizar materiales de revestimiento o bien pegamentos que sólo curan según un mecanismo de curado, pero también se pueden emplear mezclas, cuyos monómeros curan según dos mecanismos diferentes. En el caso de mezclas de este tipo, se prefiere particularmente que al menos una parte de los monómeros del material de revestimiento o bien del pegamento hayan sido curados mediante polimerización en los radicales y/o que estén contenidos monómeros de curado dual que reúnen al menos dos grupos funcionales diferentes en una molécula que son polimerizados según dos mecanismos diferentes, preferiblemente polimerización en los radicales en combinación con poliadición y/o policondensación.

10 En este caso, el tipo de iniciador depende del método de curado, conforme a la invención se emplean al menos un iniciador activable mediante radiación, preferiblemente radiación UV, y eventualmente de manera adicional uno o varios iniciadores activables mediante energía térmica. En particular, en sistemas de curado dual puede tener lugar una poliadición o policondensación independientemente del curado por UV. Estas reacciones pueden ocurrir a temperaturas moderadas, también a la temperatura ambiente. Esto significa que la presente invención comprende también formas de realización, en las que la capa aplicada es iniciada primeramente de modo térmico o por UV, luego es sometida a la etapa de curado por UV y, finalmente, tiene lugar una policondensación o poliadición. La última etapa de curado puede durar hasta una semana a temperatura ambiente. La ventaja particular de la presente invención estriba en que las placas ya pueden ser apiladas y empaquetadas después de la 2ª etapa de curado. La 3ª etapa de curado (térmica) discurre en el fondo.

20 Los radicales iniciadores requeridos para el inicio de la reacción en cadena pueden formarse por dos vías diferentes. Esto sucede mediante disociación intramolecular o mediante abstracción de hidrógeno intermolecular de un donante de hidrógeno. De acuerdo con la invención se pueden utilizar, por lo tanto, fotoiniciadores que pertenezcan a la clase de los disociadores  $\alpha$  o de los abstractores de hidrógeno.

Los fotoiniciadores deben cumplir, de acuerdo con la invención, las siguientes condiciones:

- el intervalo de absorción previsto debe estar contenido en un intervalo de emisiones de las fuentes de radiación utilizadas, preferiblemente fuentes de UV,
- deben ser solubles y estables al almacenamiento en el material de revestimiento,
- los radicales formados deben poder iniciar la polimerización en cadena en los radicales
- no deben amarillear y deben ser poco olorosos.

30 A los fotoiniciadores preferidos con los que se puede iniciar una polimerización en los radicales pertenecen, entre otros, óxidos de acilfosfina, alfa-aminocetonas, alfa-hidroxicetonas, derivados de acetofenona, bencildimetilcetales, iniciadores a base de benzofenona. Particularmente preferidos son 2,2-dietoxiacetofenona (DEAP, Upjon Corp), n-butilbenzoinéter (®Trigonal-14, AKZO) y 2,2-dimetoxi-2-fenilacetofenona (®Irgacure 651) y 1-benzoiciclohexanol (®Irgacure 184), óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fenilfosfina (®Irgacure 819) y 1-[4-(2-hidroxi-etoxi)fenil]-2-hidroxi-2-fenilpropan-1-ona (®Irgacure 2959), óxido de trifenilfosfina (TPO), Darocur 1173, Irgacure 907, Darocure BP, que se pueden adquirir en cada caso comercialmente de la razón social BASF (antigua Ciba). También pueden emplearse mezclas de varios fotoiniciadores.

40 La proporción de fotoiniciador no es en sí crítica. Preferiblemente, el material de revestimiento o el pegamento presenta 0,01% en peso a 10% en peso, de manera particularmente preferida 0,3% en peso a 7% en peso y de manera muy particularmente preferida 1% en peso a 5% en peso de fotoiniciador, referido a los componentes polimerizables de la composición.

45 En una forma de realización particularmente preferida de la presente invención, el material de revestimiento o bien el pegamento contiene al menos dos iniciadores diferentes que son de manera muy particularmente preferida activables a diferentes incorporaciones de energía de la fuente de radiación, preferiblemente diferentes longitudes de onda de la luz UV. Esto posibilita que en una primera etapa de curado por radiación se active primero solamente un iniciador, y en una segunda etapa de curado por radiación se active entonces el segundo con otra fuente de radiación, preferiblemente una fuente de UV.

50 Como ya se ha mencionado, el material de revestimiento o bien el pegamento puede contener también al menos dos iniciadores diferentes, siendo uno un iniciador térmico y siendo el otro un iniciador activable por radiación, preferiblemente radiación UV. Esto posibilita que en una primera etapa de curado se active primeramente el iniciador térmico, en una segunda etapa de curado lo haga entonces el segundo iniciador con una fuente de radiación, preferiblemente una fuente de UV. Con ello, también se pueden utilizar, p. ej., láminas de recubrimiento que sólo sean permeables a la radiación de forma insuficiente o no lo sean, p. ej., no sean permeables a UV y sean separadas eventualmente antes de la 2ª etapa de curado. Esto es particularmente relevante cuando no sea posible un curado por radiación, preferiblemente un curado por UV, ni por parte de la lámina de recubrimiento ni por parte del sustrato p. ej., en el caso de sustratos teñidos de forma cubriente.

- A los iniciadores térmicos preferidos pertenecen compuestos azo, compuestos peroxi, compuestos persulfato o azoamidinas. Particularmente preferidos, pero no limitantes, son 2,2'-azobis-(isobutironitrilo) (AIBN), per-2-etilhexanoato de terc.-butilo, perpivalato de terc.-butilo, 2,2'-azobis-(2,4-dimetilvaleronitrilo), perneodecanoato de terc.-butilo, peroxidicarbonato de bis(4-terc.-butilciclohexilo), peroxidicarbonato de diisopropilo, perneodecanoato de terc.-amilo, perpivalato de terc.-amilo, peróxido de dilaurilo, peróxido de dibenzoilo, peróxido de diisobutirilo, peróxido de dicumol, hidroperóxido de cumol, peroxineodecanoato de cumol, peroxineodecanoato de 1,1,3,3-tetrametilbutilo, peroxidicarbonato de di-n-propilo, peroxineodecanoato de terc.-amilo, peroxidicarbonato de di-(4-terc.-butil-ciclohexilo), peroxidicarbonato de di-(2-etilhexilo), peroxineodecanoato de terc.-butilo, peroxidicarbonato de di-n-butilo, peroxidicarbonato de dicetilo, peroxidicarbonato de dimiristilo, peroxipivalato de 1,1,3,3-tetrametilbutilo, peroxineoheptanoato de terc.-butilo, di-(3,5,5-trimetilhexanoil)-peróxido, persulfato dipotásico, peroxidisulfato de amonio, hidrocioruro de 2,2'-azobis-(amidina de ácido isobutírico), benzopinacol, derivados de dibencilo, peróxido de metiletilacetona, 1,1-azobisciclohexanocarbonitrilo, peróxido de metiletilcetona, peróxido de acetilacetona, peróxido de dilaurilo, peróxido de didecanoilo, peróxido de cetona, peróxido de metilisobutilcetona, peróxido de ciclohexanona, peroxibenzoato de terc.-butilo, peroxiisopropilcarbonato de terc.-butilo, 2,5-bis(2-etilhexanoil-peroxi)-2,5-dimetilhexano, peroxi-2-etilhexanoato de terc.-butilo, peroxi-3,5,5-trimetilhexanoato de terc.-butilo, peroxiisobutirato de terc.-butilo, peroxiacetato de terc.-butilo, 1,1-bis(terc.-butilperoxi)ciclohexano, 1,1-bis(terc.-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, hidroperóxido de terc.-butilo, así como los formadores de radicales adquiribles de la razón social DuPont bajo el nombre ®Vazo, por ejemplo ®Vazo V50 y ®Vazo WS. También se pueden emplear mezclas de diferentes iniciadores térmicos.
- También es posible en el marco de la presente invención aplicar dos materiales de revestimiento o bien pegamentos diferentes, en cada caso con diferentes iniciadores y curar primeramente el uno y luego el otro material de revestimiento o bien pegamento.

Finalmente, el material de revestimiento o bien pegamento puede comprender aditivos habituales tales como colorantes, pigmentos, por ejemplo pigmentos metálicos, estabilizadores UV, cargas o materiales nanométricos, en particular nanopartículas ITO, nanopartículas ATO o nanopartículas de SiO<sub>2</sub> o nanotubos de carbono (CNT). La proporción de estos aditivos depende de la aplicación pretendida y, por lo tanto, puede encontrarse dentro de amplios intervalos. Preferiblemente, esta proporción, en el caso de que estén contenidos aditivos, puede ascender a 0 hasta 70% en peso, de manera particularmente preferida a 0,1 hasta 40% en peso.

El material de revestimiento o bien pegamento puede comprender pequeñas proporciones de disolvente, asciendo la proporción preferiblemente a menos de 5% en peso, de manera particularmente preferida a menos de 2% en peso. Por disolventes se han de entender en este caso compuestos de bajo peso molecular que sirven para disolver los componentes de la composición de revestimiento, controlar propiedades reológicas y expandir el sustrato con el fin de alcanzar una mejor adherencia mecánica, sin que estos compuestos se conviertan en componente del revestimiento curado. En una variante preferida, el revestimiento se prepara exento de disolventes, asumiendo sólo los diluyentes reactivos la función de los disolventes. En el caso mencionado en último lugar, la instalación de revestimiento puede realizarse de manera económica sin protección frente a la explosión.

De acuerdo con el procedimiento de la presente invención, el material de revestimiento o el pegamento se aplica entre una lámina de recubrimiento y un sustrato y se cura. Preferiblemente, esto tiene lugar de manera que la capa de material de revestimiento o bien de pegamento presenta un grosor de capa, medido 20 cm después de la rendija del laminador, mayor que 3 µm, preferiblemente de 5 a 100 µm, de manera particularmente preferida de 5 a 80 µm, de manera muy particularmente preferida de 7 a 70 µm, de manera especialmente preferida de 10 a 60 µm y de manera muy especialmente preferida de 10 a 40 µm.

Si la invención se realiza en forma de estratificado con una capa adhesiva, entonces se prefieren en cada caso los grosores de capa mayores.

#### 45 **La lámina de recubrimiento**

Tal como ya se ha mencionado, en el caso de la lámina de recubrimiento se puede tratar tanto de una "lámina de sacrificio" la cual se separa de nuevo en la etapa (e) del procedimiento después de la primera o de una etapa de curado adicional (d), preferiblemente en una etapa de curado por UV (d), pero también se puede tratar de una lámina que quede unida al sustrato después del curado del pegamento y, por consiguiente, forme un estratificado.

50 El tipo y la naturaleza de la lámina de sacrificio no son en sí críticos, debiendo estar constituido sin embargo el material de la lámina de modo que la composición de revestimiento curada presente una adherencia lo más baja posible sobre el material de la lámina. Sin embargo, la adherencia no debe ser tan baja que ya se manifieste una desestratificación durante el curado. Lo más favorable para el proceso es una adherencia moderada que garantice una fácil retirada después del curado.

En el caso de láminas de recubrimiento no permeables a la radiación, p. ej., no permeables a UV, al menos la primera etapa de curado tiene lugar preferiblemente de modo térmico o mediante curado por radiación, preferiblemente curado por UV, a través del sustrato, en la medida en que el sustrato sea lo suficientemente permeable a la radiación, en particular permeable a UV.

5 Materiales adecuados para la producción de las láminas de recubrimiento son, entre otros, material sintético, metal, papel, genero textil o combinaciones de los mismos, p. ej., estratificados. A los materiales sintéticos preferidos pertenecen, por ejemplo, poli(tereftalato de etileno) (PET), derivados de celulosa parcialmente acetilados que están en el comercio en forma de "triacetato" o "diacetato", copolímeros de ciclo-olefinas (COC) y para solicitaciones ópticas bajas, también poliolefinas.

10 En el caso del proceso de curado de acuerdo con la invención, la naturaleza de la superficie de la lámina de recubrimiento, p. ej., la superficie lisa, áspera o estructurada se proyecta como negativo sobre la superficie del revestimiento curado.

15 Conforme a una ejecución particular de la presente invención, la superficie de la lámina de recubrimiento puede presentar, para conseguir superficies particularmente lisas de la capa de recubrimiento, que está orientada hacia el sustrato, un grado de brillo de al menos 80 unidades de brillo a 20°, preferiblemente mayor que 100°, y de manera particularmente preferida mayor que 120°, medido con un aparato medidor del brillo micro-Trigloss de Byk-Gardner.

En otra forma de realización, la lámina tiene una superficie áspera o estructurada que es conformada por la masa de revestimiento.

20 Procedimientos particularmente no contaminantes se distinguen por que la lámina de sacrificio, que también puede denominarse material de recubrimiento, se utiliza de nuevo. De manera correspondiente, puede emplearse, p. ej., una banda cerrada sin costuras, preferiblemente una tira metálica y conducirse continuamente en circuito.

25 De acuerdo con la invención, la lámina de sacrificio se retira preferiblemente después de la primera o de una etapa adicional de curado. En una forma de realización preferida de la presente invención, la lámina de sacrificio se separa después de la primera, pero antes de la segunda etapa de curado. Con ello tiene lugar un primer curado de modo térmico o a través de radiación, en particular radiación UV "mediante" la lámina de sacrificio o "mediante" el sustrato, el curado por radiación dispuesto a continuación de la primera etapa de curado, pero sin lámina de sacrificio entre la capa de material de revestimiento y la fuente de radiación, preferiblemente la fuente de UV. Dado que también la lámina de sacrificio provoca un determinado debilitamiento de la intensidad de la radiación, en el caso de un primer curado por radiación "mediante" la lámina de sacrificio, mediante este procedimiento se puede alcanzar un aprovechamiento energético claramente mejor de la fuente de radiación, en particular de una fuente de UV y, por consiguiente, un curado completo en conjunto más rápido. Además, en esta forma de realización es posible utilizar dos iniciadores de radiación diferentes, en particular iniciadores UV, de los cuales uno puede ser activado "mediante" la lámina de sacrificio, pero el otro sólo puede serlo después de separar la lámina de sacrificio.

35 Naturalmente, también es posible separar la lámina de sacrificio sólo después de la última etapa de curado. En este caso, la lámina de sacrificio puede funcionar al mismo tiempo también como lámina protectora, es decir, puede permanecer sobre el producto final, de modo que sea retirada sólo después del almacenamiento y el transporte al lugar determinado.

### Detalles del Procedimiento

40 Se ha manifestado conveniente que la masa de revestimiento no llegue hasta el borde externo del sustrato o bien de la lámina. Preferiblemente, puede permanecer sin revestir en el borde una tira de aprox. 0,1 a 10 cm, preferiblemente de 0,5 a 7 cm. Esta tira sirve como tampón para la masa de revestimiento expulsada por prensado en el laminador. Mediante el control de la dosificación y de la presión de apriete del rodillo de laminación puede evitarse el prensado de la masa de revestimiento en el borde del sustrato, preferiblemente en forma de banda, entre la lámina de recubrimiento y el sustrato.

45 La aplicación del material de revestimiento o bien pegamento sobre el sustrato y/o la lámina de recubrimiento puede tener lugar de cualquier modo conocido. Procedimientos adecuados para el revestimiento son colada, pulverización, aplicación mediante rasqueta, extrusión, revestimiento mediante cilindros o dosificación uniforme a través de uno o varios puntos de dosificación por medio de una o varias bombas. Procedimientos preferidos son la aportación a través de una o varias toberas, de manera particularmente preferida una tobera de rendija ancha o a través de rasquetas, de modo que los grupos de revestimiento se disponen y la cantidad de revestimiento se distribuye y delimita de manera que en los bordes del sustrato y/o del material de recubrimiento queden tiras no revestidas (tal como se ha descrito arriba).

En una ejecución particular, el material de revestimiento o el pegamento puede aplicarse directamente sobre el sustrato a revestir. Además, puede ser aplicado sobre la cara de la lámina de recubrimiento orientada hacia el material extrudido y puede ser prensado con al menos un cilindro sobre el sustrato enfrentado.

5 En otra forma de realización, tanto el sustrato a revestir como también la lámina de recubrimiento son revestidos en el laminador antes del prensado. En el caso de esta variante de revestimiento, se tiene la posibilidad de conducir conjuntamente diferentes funcionalidades tales como, p. ej., inductores de disolución y capa de recubrimiento funcional. Este procedimiento ofrece otras posibilidades tales como, p. ej., la configuración de un gradiente de la funcionalidad, de las propiedades de barrera o una combinación de diferentes funcionalidades, por ejemplo una propiedad anti-grafiti y un revestimiento resistente al rayado.

10 En una forma de realización especialmente preferida, el material de revestimiento o el pegamento se aplica sobre el sustrato y/o la lámina de recubrimiento de modo que entre la lámina de recubrimiento y el sustrato se forma un reborde, inmediatamente antes de la entrada en el laminador o bien los cilindros de apriete (11). El revestimiento o el pegamento se aplican preferiblemente de modo que se forma un reborde que presenta hacia el borde del sustrato una zona que presenta en la dirección del borde del sustrato, una longitud decreciente del reborde. Por longitud del reborde se entiende en este caso la longitud del reborde desde la rendija de apriete, es decir, el punto en el que los dos cilindros de apriete del laminador o bien de los rodillos de apriete (11) tienen la menor distancia, y el extremo del ensanchamiento del reborde en la dirección de la extrusora. Una longitud del reborde decreciente hacia el borde del sustrato significa que la longitud del reborde en el borde exterior del sustrato es corta y aumenta de forma continua o discontinua hacia el centro. Son imaginables, p.ej., rebordes trapezoidales que en el centro del sustrato presentan un extremo del reborde que discurre aproximadamente paralelo a los cilindros y que luego presentan en la dirección al límite del sustrato, a partir de un punto determinado, una longitud decreciente del reborde. Asimismo imaginables son rebordes aproximadamente de forma triangular, cuneiformes, semi-redondos o semi-ovalados que aproximadamente en el centro del sustrato presentan la mayor longitud del reborde que luego disminuye hacia el borde a ambos lados. Rebordes de este tipo pueden crearse, p. ej., cuando el material de revestimiento o el pegamento se aplica sólo en un punto en el centro del sustrato y/o la lámina de recubrimiento o sólo en una zona en el centro del sustrato y/o de la lámina de recubrimiento. La longitud del reborde oscila preferiblemente entre 0,5 mm en el punto más corto y hasta 30 cm en el punto más largo, preferiblemente entre 0,5 cm en el punto más corto y hasta 25 cm en el punto más largo, y de manera particularmente preferida entre al menos 1 cm en el punto más corto y hasta 20 cm en el punto más largo. Esta longitud del reborde asegura que siempre esté presente una reserva suficiente de material de revestimiento o pegamento y, por consiguiente, puedan evitarse puntos defectuosos en el revestimiento. Sin estar ligados a una teoría determinada, los autores de la invención son, además, de la opinión de que una longitud suficiente del reborde mejora también la humectación del sustrato y de las partículas de polvo sobre el sustrato y la lámina de recubrimiento, lo cual aumenta asimismo la calidad del revestimiento. Mediante la forma preferida del reborde, es decir, con una longitud del reborde que disminuya hacia el borde del sustrato, se forman, p. ej., fuerzas de cizalla en el reborde que, según las observaciones de los autores de la invención, procuran entre otros que burbujas de aire y partículas de polvo individuales sean desplazadas hacia el borde y, por consiguiente, aumente la calidad del revestimiento. Preferiblemente, en el borde la plancha se encuentra entonces una succión de barniz en exceso, el cual puede ser aspirado, filtrado y empleado de nuevo.

40 Con el fin de poder constituir lo más rápidamente posible el reborde, durante la puesta en funcionamiento del proceso de acuerdo con la invención se ha de aportar dosificadamente más material de revestimiento o pegamento que en estado estacionario y, después de la formación correspondiente del reborde, se ha de reducir la dosificación hasta el estado estacionario.

45 Otro efecto positivo por la formación del reborde es que puede alcanzarse de forma ciertamente sencilla delante del laminador o bien de los rodillos de apriete, una amplia compensación de sustrato, lámina de recubrimiento y temperatura del material de revestimiento o del pegamento, lo cual puede cooperar en una adherencia del revestimiento sobre el sustrato y en una humectación mejoradas.

Para conseguir una superficie de alta calidad óptica, el proceso puede llevarse a cabo preferiblemente en un entorno limpio, p. ej., en una sala blanca.

50 Preferiblemente, de acuerdo con la invención, en un laminador o bien entre cilindros de apriete, de manera particularmente preferida con uno o varios cilindros, se ejerce una presión sobre la capa de revestimiento o bien adhesiva entre la lámina de recubrimiento y el sustrato. Para ello, pueden emplearse cilindros habituales en el sector de la extrusión y la estratificación. Estos cilindros pueden fabricarse de metal o materiales elásticos tales como caucho vulcanizado o silicona. Sorprendentes ventajas pueden alcanzarse mediante cilindros con una dureza Shore A según la norma DIN ISO 7619 entre 30 y 100, de manera particularmente preferida entre 40 y 80. Se prefiere utilizar cilindros con la dureza Shore antes mencionada, dado que partículas de suciedad se introducen en los cilindros demasiado blandos y, por consiguiente, no pueden afectar negativamente a la superficie del revestimiento, y con cilindros demasiado duros puede conducir a defectos ópticos. El perímetro del cilindro puede encontrarse preferiblemente en el intervalo de 500 a 5000 mm, de manera particularmente preferida en el intervalo de 1000 a

3000 mm. El poder de laminación necesario se elige preferiblemente en el intervalo de 10 a 10000 N, de manera particularmente preferida en el intervalo de 50 a 6000 N, y de manera particularmente preferida en el intervalo de 100 a 4000 N. El poder de laminación se elige en función de la dureza Shore del cilindro de laminación superior, la viscosidad del material de revestimiento y la velocidad de las planchas. En este caso, son válidos los siguientes principios:

- cuanto más blando sea el engomado del cilindro, tanto mayor será la fuerza de laminación requerida
- cuanto más viscoso sea el material de revestimiento, tanto mayor será la fuerza de laminación requerida
- cuanto mayor sea la velocidad de las planchas, tanto mayor será la fuerza de laminación requerida.

Con el fin de poder verificar el ajuste de los cilindros de laminación, tiene lugar preferiblemente una medición en línea del grosor de capas después de la estación de laminación. El grosor de la capa se determina sin contacto, preferiblemente mediante interferometría de luz blanca. En este caso, mediante la reflexión de la luz se forman en superficies límites de las capas espectros de interferencia, a partir de los cuales se puede calcular el grosor de la capa. La medición tiene lugar preferiblemente inmediatamente después de la estación de laminación mediante la capa de recubrimiento antes de someter al barniz a la primera etapa de curado, dado que para la medición se requiere una superficie límite clara entre el sustrato y la masa de revestimiento.

En el caso de una ejecución preferida de la presente invención, el sustrato se obtiene en la etapa a) mediante extrusión, encontrándose la anchura del sustrato preferiblemente en el intervalo de 200 mm a 6000 mm, de manera particularmente preferida en el intervalo de 400 mm a 3000 mm.

En función de la estructura molecular, longitud de la cadena y estabilidad frente a los productos químicos del material del sustrato se mantiene preferiblemente una temperatura de contacto especial y de manera particularmente preferida una combinación especial a base de la temperatura de contacto y el tiempo de disolución, con el fin de garantizar que se alcance una fase mixta lo suficientemente gruesa y, por consiguiente, una adherencia a largo plazo lo suficientemente buena.

Temperaturas de contacto particularmente preferidas para los respectivos polímeros del sustrato son:

Tabla 1

Polímero del sustrato	Temperatura de contacto preferida	Temperatura de contacto particularmente preferida	Temperatura de contacto muy particularmente preferida
Polímero basado en PMMA	70 a 110 °C	80 a 110 °C	90 a 110 °C
Polímero basado en policarbonato	80 a 130 °C	90 a 120 °C	95 a 110 °C
Copolímero basado en estireno-acrilonitrilo (SAN)	65 a 110 °C	70 a 105 °C	80 a 100 °C
Polímero basado en poli(cloruro de vinilo) (PVC)	60 a 110 °C	70 a 100 °C	75 a 95 °C

Con el fin de alcanzar las temperaturas de contacto antes mencionadas, puede ser necesario que el sustrato sea calentado antes del primer contacto con el material de revestimiento o bien el pegamento, es decir, entre las etapas a) y b), a través de un dispositivo calefactor adecuado, preferiblemente un radiador IR, de modo que se alcance la temperatura de contacto deseada.

En el caso de llevar a cabo la primera etapa de curado mediante curado por radiación, preferiblemente mediante curado por UV, el tiempo de disolución asciende al menos a 10 s, preferiblemente a 15 hasta 240 s, de manera particularmente preferida a 20 hasta 180 s y de manera muy particularmente preferida a 30 hasta 120 s. Esto es necesario con el fin de alcanzar una adherencia a largo plazo suficiente del revestimiento. El tiempo de disolución se controla preferiblemente mediante la velocidad de transporte del sustrato o mediante el posicionamiento de la 1ª fuente de radiación, preferiblemente la 1ª fuente de UV en relación con el lugar del 1º contacto del material de revestimiento o del pegamento con el sustrato.

En el caso de un curado térmico en la primera etapa de curado se ha de garantizar asimismo una disolución suficiente. Ésta se puede alcanzar, p. ej., debido a que se lleva a cabo un curado térmico iniciado de forma retardada, es decir, el sustrato presenta en el primer contacto con el material de revestimiento o el pegamento una temperatura que se encuentra por debajo de la temperatura de activación del iniciador térmico y, por consiguiente, el

curado térmico se inicia sólo mediante una aportación de calor, p. ej., mediante un radiador IR. En este caso son válidos análogamente los tiempos de disolución mencionados en el párrafo que antecede.

Combinaciones particularmente preferidas a base de temperatura de contacto y tiempo de disolución para los respectivos polímeros del sustrato son:

5 Tabla 2:

Polímero del sustrato	Temperatura de contacto y tiempo de disolución preferidos	Temperatura de contacto y tiempo de disolución particularmente preferidos	Temperatura de contacto y tiempo de disolución muy particularmente preferidos
Polímero basado en PMMA	70 a 110 °C y 15 a 240 s	80 a 110 °C y 20 a 180 s	90 a 110 °C y 30 a 120 s
Polímero basado en policarbonato	80 a 130 °C y 15 a 240 s	90 a 120 °C y 20 a 180 s	95 a 110 °C y 30 a 120 s
Copolímero basado en estireno-acrilonitrilo (SAN)	65 a 110 °C y 15 a 240 s	70 a 105 °C y 20 a 180 s	80 a 100 °C y 30 a 120 s
Polímero basado en poli(cloruro de vinilo) (PVC)	60 a 110 °C y 15 a 200 s	70 a 100 °C y 20 a 120 s	75 a 95 °C y 30 a 90 s

10 En otra variante especial de la presente invención, el curado térmico se inicia espontáneamente con el primer contacto del material de revestimiento o bien del pegamento con el sustrato, de modo que el tiempo de disolución asciende a casi 0 s. Con el fin de garantizar en este caso, a pesar de ello, una disolución suficiente, se prefiere que el curado térmico tenga lugar lentamente o bien discurra lentamente al menos al principio. Esto puede regularse de diferentes maneras, p. ej., mediante la composición de la mezcla de monómeros del material de revestimiento o bien del pegamento o mediante parámetros del procedimiento, de modo que en este caso sea posible únicamente una definición funcional de esta etapa del procedimiento, a saber que la composición de la mezcla de monómeros del material de revestimiento o bien del pegamento y/o los parámetros del procedimiento se elijan de modo que se obtenga una fase mixta, cuyo grosor oscile entre 70 y 1%, preferiblemente entre 60 y 3% y de manera muy particularmente preferida entre 50 y 5%, que corresponde al grosor de capa total de la capa de recubrimiento o bien adhesiva.

20 Posibilidades preferidas para la regulación de la disolución en el caso del inicio térmico espontáneo son la combinación a base de iniciador y monómeros de material de revestimiento o bien de pegamento y/o la concentración del iniciador térmico y/o la velocidad de transporte del sustrato y/o la temperatura de contacto. Mediante el lento curado tienen lugar paralelamente la disolución y el curado.

25 La velocidad de transporte de bandas extrudidas de material sintético depende fundamentalmente del rendimiento de la extrusora. Por motivos de rentabilidad, se trabaja con un rendimiento técnicamente máximo posible. De manera correspondiente, se producen planchas gruesas con un escaso avance y planchas delgadas y láminas con un elevado avance. Planchas con un grosor de 25 mm pueden transportarse en función del rendimiento de transporte de la extrusora y de la anchura de la banda, p. ej., con una velocidad de la banda de 0,2 m/min. Películas con un grosor de 500 µm pueden transportarse de manera correspondiente, p. ej., con hasta 8 m/min. Preferiblemente, la velocidad de transporte del sustrato se encuentra en el intervalo de 0,1 a 10 m/min.

30 El procedimiento de acuerdo con la invención se lleva a cabo preferiblemente de modo que al menos una superficie del sustrato es limpiada antes del primer contacto con el material de revestimiento o bien el pegamento, es decir, entre las etapas a) y b). Para ello, el sistema de aparatos utilizado comprende dispositivos correspondientes.

35 Al final del procedimiento de acuerdo con la invención, en función de si se ha retirado la lámina de sacrificio o si se produce un estratificado, eventualmente después de un control en línea de calidad óptica asimismo llevado a cabo de manera preferida (etapa f), al concluir las etapas d) o d) y e) o d) y f) o d) y e) y f), en la etapa g) se reviste al menos una superficie del producto obtenido con una película protectora desprendible.

### Sistema de aparatos

El sistema de aparatos de acuerdo con la invención para la producción continua en línea de sustratos o estratificados poliméricos revestidos, comprende

- I. un dispositivo para proporcionar un sustrato a base de un material polimérico  
 II. un dispositivo para proporcionar una lámina de recubrimiento  
 III. un dispositivo para revestir el sustrato y/o la lámina de recubrimiento con un material de revestimiento o un pegamento curable, preferiblemente mediante polimerización en los radicales,  
 5 y se caracteriza
- por que el sistema de aparatos de está configurado de manera que el material de revestimiento o el pegamento aplicado sobre el sustrato en el sistema de aparatos es cubierto con una lámina de recubrimiento
  - el sistema de aparatos está configurado de manera que el curado del material de revestimiento o del pegamento tiene lugar en al menos dos etapas de curado
  - por que el sistema de aparatos comprende al menos una fuente de radiación, preferiblemente al menos una fuente de UV, la cual está dispuesta de manera que inicia una etapa de curado que sigue a la primera etapa de curado,
  - por que el sistema de aparatos está configurado de manera que la temperatura de contacto puede ser variada,
  - por que el sistema de aparatos está configurado de manera que el tiempo de disolución, en el caso de llevar a cabo la primera etapa de curado mediante curado por radiación, preferiblemente curado por UV, o curado térmico iniciado de manera retardada, asciende al menos a 10 s.

20 En el caso del dispositivo para la provisión del sustrato se trata preferiblemente de una extrusora, de manera particularmente preferida de una extrusora de un solo husillo. Mediante la extrusora puede habilitarse una monocapa o un sustrato monocapa con el grosor y anchura deseados. Las técnicas para ello son ampliamente conocidas.

Sin embargo, el sustrato también se puede habilitar p. ej., mediante un rodillo. Esta alternativa del procedimiento tiene, sin embargo, el inconveniente de que el sustrato debe ser primero calentado de manera correspondiente.

25 Con el fin de garantizar que se pueda alcanzar una temperatura de contacto lo suficientemente deseada, el sistema de aparatos comprende preferiblemente un dispositivo calefactor o refrigerador adecuado, preferiblemente un radiador IR como dispositivo calefactor, a través del cual se puede calentar o enfriar el sustrato antes del primer contacto con el material de revestimiento o bien el pegamento de modo que se alcanza la temperatura de contacto deseada. De manera particularmente preferida, el sistema de aparatos está configurado de modo que el coste necesario para el calentamiento o la refrigeración se mantenga lo más bajo posible o se elimine por completo.

30 Con el fin de poder garantizar una calidad de la capa de recubrimiento particularmente buena, el sistema de aparatos puede comprender dispositivos de limpieza adecuados, preferiblemente rodillos adhesivos y/o sistemas de cepillos y/o tratamiento previo corona y/o dispositivos para el soplado con aire ionizado, que limpian al menos una superficie del sustrato y/o de la lámina de recubrimiento, preferiblemente antes del primer contacto con el material de revestimiento o bien el pegamento.

35 El sistema de aparatos de acuerdo con la invención comprende dispositivos para la aplicación del material de revestimiento o bien del pegamento sobre el sustrato y/o la lámina de recubrimiento. La aplicación puede tener lugar mediante colada, pulverización, aplicación mediante rasqueta, extrusión, revestimiento con cilindros o dosificación uniforme a través de uno o varios puntos de dosificación por medio de una o varias bombas. Componentes adecuados de aparatos son suficientemente conocidos por el experto en la materia. Preferiblemente, el sistema de  
 40 aparatos está configurado de manera que la aportación del material de revestimiento o del pegamento tiene lugar a través de una o varias toberas, de manera particularmente preferida una tobera de ranura ancha o a través de rasquetas o a través de una caja para fundir metales, estando dispuestos los agregados de revestimiento y estando distribuida y limitada la cantidad de revestimiento de manera que en los bordes del sustrato y/o del material de recubrimiento permanezcan tiras sin revestir (tal como se describe arriba).

45 El sistema de aparatos de acuerdo con la invención comprende preferiblemente un laminador consistente en al menos 2 cilindros de laminación o bien cilindros de apriete en los que o bien entre los que el sustrato, la capa de material de revestimiento o bien adhesiva y la lámina de recubrimiento son prensados, en donde al menos el 1<sup>er</sup> cilindro de laminación superior debe tener preferiblemente un revestimiento de elastómeros (caucho vulcanizado). Para ello, se utilizan de manera particularmente preferida los cilindros descritos con mayor detalle arriba.

50 En una forma de realización particularmente preferida, el sistema de aparatos de acuerdo con la invención comprende, después del laminador o bien de los cilindros de apriete, un dispositivo para el control del grosor de capa del barniz y para el ajuste en altura de los cilindros de laminación o bien de los rodillos de apriete. El grosor de capa se determina preferiblemente sin contacto mediante interferometría de luz blanca. En este caso, mediante la reflexión de la luz en las superficies límites de las capas se forman espectros de interferencia a partir de los cuales  
 55 se puede calcular el grosor de la capa. La medición tiene lugar de manera particularmente preferida inmediatamente

después de la estación de laminación mediante la lámina de recubrimiento antes de someter al barniz a la primera etapa de curado, dado que para la medición se requiere una superficie límite clara entre el sustrato y la masa de revestimiento.

5 Para llevar a cabo la primera etapa de curado como curado térmico, el sistema de aparatos de acuerdo con la invención puede comprender, detrás del laminador, un dispositivo calefactor, preferiblemente uno o varios radiadores IR.

10 El sistema de aparatos comprende un dispositivo para aportar la lámina de recubrimiento y un dispositivo que permite retirar también de nuevo la lámina de recubrimiento (aquí como lámina de sacrificio). Preferiblemente, este dispositivo está configurado de manera que la lámina de sacrificio utilizada como lámina de recubrimiento es desprendida después de la primera etapa de curado o después de una etapa de curado adicional. En una forma de realización particular, la lámina de recubrimiento puede configurarse como banda sin costuras conducida en circuito, de modo que no tiene que ser enrollada por un rodillo ni desenrollada de nuevo por otro, sino que puede ser conducida de forma continua en circuito.

15 Asimismo, es particularmente ventajoso que el sistema de aparatos comprenda un control en línea de calidad óptica, preferiblemente en forma de un sistema de cámara y detección para defectos ópticos. Este sistema está dispuesto preferiblemente de modo que el control de calidad se lleve a cabo en la etapa f) después de concluir las etapas d) o e). Este dispositivo permite reaccionar inmediatamente a oscilaciones de calidad y efectuar inmediatamente correspondientes adaptaciones.

20 Habitualmente, el producto acabado es pegado con una lámina protectora para el transporte sobre al menos una superficie. Por lo tanto, el sistema de aparatos está configurado preferiblemente de manera que al menos una superficie del producto obtenido esté revestida con una lámina protectora desprendible, en donde el dispositivo de revestimiento está dispuesto preferiblemente con la lámina protectora de modo que en función de si se desprende la lámina protectora o si se producen estratificados, la lámina protectora se aplica en la etapa g) después de la conclusión de las etapas d) o d) y e) o d) y f) o d) y e) y f).

25 Con el fin de garantizar resultados particularmente buenos en la calidad de las superficies, el sistema de aparatos está configurado preferiblemente de modo que las etapas a) a d) o a) a e) o a) a f) se lleven a cabo bajo condiciones de una sala blanca y climatizadas.

30 El sistema de aparatos de acuerdo con la invención comprende al menos una fuente de radiación, preferiblemente al menos una fuente de UV. En el caso de la o las fuentes de UV se trata preferiblemente de radiadores, tubos, lámparas y/o LEDs, cuya radiación se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de 10 nm a 480 nm.

El sistema de aparatos de acuerdo con la invención comprende preferiblemente al menos dos fuentes de radiación, preferiblemente al menos dos fuentes de UV, con las que se pueden llevar a cabo la primera etapa de curado y una etapa de curado adicional. Además, los distintos radiadores pueden ajustarse en su rendimiento.

35 Estas fuentes de radiación para las distintas etapas de curado pueden estar dispuestas en una forma de realización preferida de la presente invención de modo que varias fuentes de radiación sean iniciadas mediante la lámina de recubrimiento a través de una o varias etapas de curado. En teoría, las fuentes de radiación pueden estar dispuestas en la dirección de transporte del sustrato inmediatamente detrás o en un sistema de aparatos o bien una parte constructiva del sistema de aparatos. Con el fin de evitar que en determinados puntos actúe una dosis de radiación demasiado elevada sobre el sustrato, las fuentes de radiación están dispuestas, sin embargo, preferiblemente  
40 separadas entre sí en la dirección de transporte. La distancia adecuada puede adaptarse individualmente en función del grosor del sustrato, la velocidad de transporte, la composición del sustrato y del barniz.

45 En una segunda forma de realización particularmente preferida de la presente invención, las fuentes de radiación están dispuestas preferiblemente de modo que en el caso de utilizar una lámina de sacrificio, al menos una etapa de curado por radiación, preferiblemente al menos una etapa de curado por UV, a través de la lámina de recubrimiento o a través del sustrato y al menos una etapa de curado por radiación, preferiblemente al menos una capa de curado por UV tenga lugar después de separar la lámina de recubrimiento. En una forma de realización preferida, puede tratarse de dos o más fuentes de radiación, preferiblemente fuentes de UV, con diferentes incorporaciones de energía, en el caso de las fuentes de UV con diferentes longitudes de onda de la luz UV.

50 De manera particularmente preferida, se utiliza una fuente de radiación UV con una potencia regulable de > 100 W/cm y al menos una fuente de radiación UV dispuesta a continuación con una potencia regulable de > 80 W/cm. De manera particularmente preferida, como primera fuente de UV se utiliza al menos un radiador de Hg con dotación de hierro o galio y al menos un radiador de Hg dispuesto a continuación (2ª fuente de UV) con o sin una dotación de

5 hierro o galio. Como ya se ha expuesto antes, el material de revestimiento o el pegamento utilizado de acuerdo con la invención puede presentar dos o más iniciadores diferentes que son activables a diferentes longitudes de onda. Mediante las fuentes de UV previamente mencionadas se cumple con ello, En una forma de realización particularmente preferida, se utiliza en este caso al menos un radiador de Hg con dotación de hierro o galio, comprendiendo el material de revestimiento o pegamento un fotoiniciador elegido del grupo consistente en óxidos y mezclas de acilfosfina, bencildimetilcetal, alfa-aminocetonas (Ejemplos: Irgacure 651, Irgacure 369, Irgacure 907, Irgacure 819, Darocure TPO, (Darocur 4265) y al menos un radiador de Hg dispuesto a continuación, con o sin dotación de hierro o galio, en donde el material de revestimiento o el pegamento comprende un fotoiniciador elegido del grupo consistente en alfa-hidroxicetonas y mezclas (Ejemplos: Irgacure 184, Irgacure 1173, Irgacure 127).

10 Si el material de revestimiento o el pegamento utilizado de acuerdo con la invención contiene sólo un tipo de iniciadores, entonces el sistema de aparatos de acuerdo con la invención comprende al menos dos fuentes de radiación, preferiblemente fuentes de UV, tratándose sin embargo preferiblemente de dos veces la misma fuente.

15 Las fuentes de radiación utilizadas de acuerdo con la invención no necesitan obligatoriamente presentar diferentes longitudes de onda, dado que mediante la separación de la lámina de sacrificio después de la primera etapa de curado, el revestimiento es expuesto a otras longitudes de onda. Una lámina de PET es impermeable, p. ej., a la radiación por debajo de 310 nm, de modo que un iniciador que es activado a esa longitud de onda, sólo puede ser activado después de separar la lámina de sacrificio, pero otro ya puede ser activado antes de su separación, aun cuando pasen a emplearse fuentes de radiación en cada caso iguales.

20 El uso de al menos dos etapas de curado, preferiblemente al menos dos fuentes de radiación, de manera particularmente preferida al menos una fuente de UV, aseguran que el material de revestimiento o el pegamento sea curado por completo o bien ampliamente por completo también en el caso de una elevada velocidad de la banda. Los autores de la invención han encontrado que esto no es posible en el caso de sólo una etapa de curado, en particular en el caso de sólo un curado por radiación, especialmente en el caso de sólo una fuente de UV y el curado mediante la lámina de recubrimiento. En el caso de sólo una fuente de radiación, su potencia debe ser elegida muy elevada, lo cual es desventajoso para la calidad del producto.

30 Así, en el caso del curado con una lámpara, mediante el consumo de energía muy elevado en el sustrato condicionado por ello puede llegar a darse que se produzca una deformación del sustrato. En el caso del curado con dos fuentes de radiación, la potencia de cada una de las fuentes puede regularse hacia abajo, de modo que la distribución de la dosis de energía necesaria en varias lámparas puede conducir a un consumo equilibrado de la temperatura del sustrato y éste permanezca con ello plano.

35 Además, el curado posterior del material de revestimiento con la 2ª fuente radiación conduce a una conversión elevada de C=C y, por consiguiente, a una mejor resistencia a la intemperie. Tiene lugar un curado más completo en un tiempo más corto que con una fuente de radiación. En particular, cuando la segunda fuente de radiación está dispuesta después de retirar la lámina de sacrificio y, por consiguiente, no tiene lugar debilitamiento alguno de la radiación por parte de la lámina de sacrificio, se obtuvieron resultados particularmente buenos.

40 El sistema de aparatos de acuerdo con la invención está configurado preferiblemente de manera que el tiempo de disolución puede ser controlado mediante la regulación de la velocidad de transporte del sustrato o mediante el posicionamiento de la 1ª fuente de radiación, preferiblemente la 1ª fuente de UV, o bien la fuente de caldeo en el caso de un inicio térmico retardado en relación con el punto del 1º contacto del material de revestimiento o del pegamento con el sustrato. En este caso, pueden variarse la posición de la 1ª fuente de radiación, preferiblemente la 1ª fuente de UV o bien la fuente de caldeo y/o la posición del 1º contacto del material de revestimiento o del pegamento con el sustrato.

Los materiales compuestos de acuerdo con la invención pueden emplearse para la producción de piezas, aparatos u objetos mecánica o también químicamente fuertemente solicitados, tales como, por ejemplo,

45 piezas de automóvil en el interior y el exterior tales como junquillos, cubiertas del tacómetro, viseras, espejos exteriores, revestimientos de columnas, triángulos reflectantes, etc. o

50 piezas de aparatos eléctricos tales como, p. ej., en el sector de los electrodomésticos o la telecomunicación o la tecnología de información o de entretenimiento tal como, por ejemplo, teléfonos móviles, ordenadores, organizadores, reproductores MP3 o cubiertas de televisiones o partes de pantallas, en particular también en el caso de pantallas táctiles o

como vitrificación (conjunto de lunas, en particular en vehículos (automóviles de turismo, vehículos útiles, barcos, aviones, helicópteros, etc.) o en caso de objetos tales como, p. ej., edificios o pantallas de todo tipo, o como piezas de máquinas, p. ej., carcasas de máquinas, cubiertas de máquinas, etc., o como partes en la fabricación de muebles o construcción de tiendas o ferias, o

55 como partes de instalaciones solares térmicas o instalaciones fotovoltaicas, o como objetos de uso tales como, p. ej., marcos para fotos, artículos decorativos, vitrinas, etc.

Además, presentan la ventaja de que pueden ser impresos de manera particularmente buena. El motivo de ello es, p. ej., una tensión superficial elevada alcanzable de  $> 36$  mN/m de la capa curada. Además, la buena imprimabilidad puede explicarse debido a que en el procedimiento de acuerdo con la invención no se requieren aditivos tensioactivos en el barniz, dado que en el revestimiento no se forma ninguna superficie límite entre el barniz y el aire.

5 Por consiguiente, tampoco tiene lugar acumulación alguna para la imprimabilidad de sustancias tensioactivas nocivas en la cara superior del revestimiento.

El revestimiento de acuerdo con la invención no se desprende tampoco del sustrato en el caso de una fuerte deformación de la pieza constructiva acabada, lo cual es asimismo una gran ventaja con respecto al estado conocido de la técnica.

## 10 Métodos de medición

### Fotografías TEM para la determinación de los espesores de capa o bien los espesores de las fases individuales

15 Para la visualización de la estructura fina del revestimiento resistente al rayado y para la determinación de los grosores de capas de la fase mixta y de la fase externa se preparan cortes delgados mediante el ultramicrotomo Leica UC7, con el empleo de un medidor de diamantes del tipo Diatome Histo HI 4254, ángulo de corte de la cuchilla  $45^\circ$ , espesor de corte 130 nm. En este caso, los cortes se han de llevar a cabo paralelamente a las distintas capas del material compuesto, es decir, cuando las capas del material compuesto están dispuestas en posición horizontal, el corte también se ha de llevar a cabo de forma horizontal.

20 En el caso de cortes en un ángulo de  $45^\circ$  con respecto a la capa resistente al rayado o bien perpendicular a la capa resistente al rayado, pueden producirse artefactos de corte (p. ej. zonas de aplastamiento onduladas), de modo que las distintas capas ya no pueden ser reconocidas limpiamente o bien, debido a la presión de la cuchilla sobre las capas, los espesores de capa varían. Con el fin de obtener buenas fotografías, se ha de utilizar en lo posible un medidor de diamantes nuevo o totalmente intacto.

De las capas delgadas se realizaron fotografías TEM.

## 25 Determinación de la temperatura de contacto

Esta determinación se llevó a cabo mediante pirómetro (termómetro infrarrojo sin contacto), en donde el punto de medición está localizado 5 cm antes del primer contacto entre el sustrato y el material de revestimiento o pegamento.

30 En lo que sigue, la invención se ha de explicar con mayor detalle con Ejemplos y Ejemplos Comparativos, sin que con ello deba tener lugar una limitación.

### Ejemplo 1:

En la Figura 2 se muestra a modo de ejemplo un sistema de aparatos para llevar a cabo la presente invención. En este caso, una masa de moldeo se extrude por medio de una extrusora (1) y mediante rodillos y cilindros (2) se crea un sustrato (3) con el espesor deseado. En caso necesario, el sustrato puede llevarse a la temperatura de contacto deseada por medio del dispositivo calefactor (4). Por consiguiente, el sustrato es conducido primeramente a través del dispositivo calefactor (4), en este caso lámparas IR y después a través de un dispositivo para la limpieza de la superficie (5), consistente en cilindros adhesivos. Paralelamente se desenrolla de un rodillo (7) una lámina de sacrificio (6) y se aporta a través de varios rodillos de una unidad de limpieza y de cilindros adhesivos a un dispositivo dosificador (9) consistente en una rasqueta para el material de revestimiento. Mediante el dispositivo dosificador (9) se reviste una cara de la lámina de sacrificio (6) con el material de revestimiento o el pegamento. La lámina de sacrificio (6) revestida se pone en contacto con el sustrato (3) en el punto (10), asegurándose, p. ej., mediante el dispositivo calefactor (4), que la superficie del sustrato (3) en el punto (10), orientada hacia la lámina de sacrificio, presente una temperatura de contacto de 80 a  $110^\circ\text{C}$ . Por medio de los cilindros (11) se comprimen la lámina de sacrificio (6) y el sustrato (3) con el material de revestimiento que se encuentra entremedias. El grosor de capa deseado del material de revestimiento se ajusta a través de la regulación de la dosificación en la unidad (9), así como mediante la presión de los cilindros (11). El material compuesto (12) a base de sustrato (3), lámina de sacrificio (6) y material de revestimiento que se encuentra entremedias es aportado bajo una primera fuente de UV (13), teniendo lugar una primera etapa de curado. Después se retira la lámina de sacrificio (6) y se enrolla en el rodillo (14). El sustrato liberado de la lámina de sacrificio (6) y revestido con el material de revestimiento curado es aportado a la segunda fuente de UV (16) y se lleva a cabo el curado final. A ello le sigue un control en línea de la

calidad óptico (17). Al final, el sustrato revestido es revestido por ambas caras con una lámina protectora frente al transporte (18), la lámina se comprime mediante los cilindros (19), con lo que se obtiene el producto (20) acabado.

5 Los dispositivos (1) a (4) se encuentran en este caso en una sala blanca climatizada según la norma ISO 14644-8. Las partes (9) - (11) se encuentran en este caso en una sala blanca climatizada según la norma ISO 14644-7, y las partes (6), (7) y (12) a (17) se encuentran en otra sala blanca climatizada según la norma ISO 14644-8.

### Ejemplo 2:

10 Mediante el sistema de aparatos conforme al Ejemplo 1 se llevaron a cabo diferentes ensayos para el revestimiento resistente al rayado de sustratos de PMMA y policarbonato. En este caso, se variaron el tiempo de disolución, la temperatura de contacto y la potencia de la lámpara UV. La calidad de las planchas revestidas se determinó mediante los criterios transmisión, valor de amarilleamiento, turbidez y adherencia del revestimiento, en cada caso después de 0, 1000, 2000, 3000 y 5000 h de exposición a la intemperie.

La transmisión se midió con el aparato Hazeguard plus de la razón social Byk-Gardner, según la norma ASTM D 1003, en diferentes instantes antes o bien después de una exposición artificial a la intemperie.

15 El valor de amarilleamiento se midió mediante un dispositivo Varian Cary 5000 según la norma DIN 5036 en diferentes instantes antes o bien después de una exposición artificial a la intemperie.

La turbidez se midió con el aparato Hazeguard plus de la razón social Byk-Gardner, según la norma ASTM D 1003, en diferentes instantes antes o bien después de una exposición artificial a la intemperie.

La adherencia se midió mediante corte por cuadrícula con un aparato de la razón social Erichsen, modelo 295, según la norma DIN EN ISO 2409. Cuanto mayor sean los valores, tanto peor será la adherencia.

20 La exposición a la intemperie tuvo lugar en el Xenontest según la norma DIN EN ISO 4892-2.

Como masa de moldeo para la producción del sustrato se utilizó la masa de moldeo PLEXIGLAS® 7H. El sustrato tenía un grosor de 3 mm y la capa de material de revestimiento un grosor de 13 µm. Como material de revestimiento se utilizó una mezcla a base de acrilato de uretano alifático hexafuncional, diacrilato de alcanodiol, absorbedor de UV de benzotriazol, amina estéricamente impedida, ciclohexilfenilcetona, óxido de acilfosfina.

25 Como fuentes de UV se utilizaron un radiador dotado de Fe de 50 cm de anchura con una potencia de 150 W/cm a una potencia de salida de 100%. La anchura de banda del sustrato ascendió a 400 nm.

Las otras condiciones marco y los resultados se encuentran en las siguientes Tablas 3 a 5. En este caso:

En la Tabla 3 se varió la temperatura de contacto, ascendiendo la potencia de la lámpara UV una vez al 30% y otra a 60%.

30 En la Tabla 4 se variaron la temperatura de contacto y la potencia de la lámpara UV tal como en D1, pero el tiempo de disolución ascendió en cada caso a 90 s.

La Tabla 5 muestra ensayos de revestimiento sobre policarbonato a diferentes temperaturas de contacto.

Tabla 3

H	Parámetros	Unidad	V1	E1	E2	E3	V2	E4	E5	E6	V3
			PMMA XT								
	Sustrato										
	Tiempo disolución	s	30	30	30	30	30	30	30	30	163
	Temperatura sustrato	°C	60	80	90	100	60	80	90	100	70
	Potencia lámpara UV	%	30	30	30	30	60	60	60	60	30
0	Transmisión	%	91,2	91,99	91,96	91,98	91,99	91,97	91,98	91,98	92,06
1000	Transmisión	%	91,3	92,04	92,04	92,01	91,99	92,03	92,03	91,98	92,16
2000	Transmisión	%	92,6	93,33	92,49	92,07	93,94	94,23	93,38	92,08	93,84
3000	Transmisión	%	92,5	94,62	94,69	93,29	95,12	95,33	95,21	93,41	94,58
0	Valor amarilleamiento		0,48	0,40	0,47	0,44	0,43	0,46	0,41	0,45	0,45
1000	Valor amarilleamiento		1,7	0,55	0,56	0,49	1,30	0,55	0,56	0,49	0,52
2000	Valor amarilleamiento			0,08	0,39	0,45		0,01	0,05	0,49	-0,25
3000	Valor amarilleamiento			1,47	1,02	-0,03		0,97	0,47	-0,02	2,93
0	Turbidez	%	0,38	0,32	0,32	0,28	0,35	0,17	0,17	0,34	0,15
1000	Turbidez	%	0,78	0,22	0,24	0,28	0,50	0,18	0,19	0,32	0,23
2000	Turbidez	%		0,25	0,22	0,27		0,25	0,22	0,3	1,36
3000	Turbidez	%		0,48	0,3	0,27		0,45	0,42	0,3	1,18
5000	Turbidez	%		1,36	0,86	0,71		1,39	0,8	0,8	1,53
0	Adherencia	GT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	Adherencia	GT	5	0	0	0	5	0	0	0	0
2000	Adherencia	GT		0	0	0		0	0	0	0
3000	Adherencia	GT		0	0	0		0	0	0	1
5000	Adherencia	GT		0	0	0		0	0	0	5

Tabla 4:

H	Unidad	E7	E8	E9	E10	E11
	Material	PMMA XT				
	Tiempo disolución	90	90	90	90	90
	Temperatura sustrato	80	90	100	80	90
	Potencia lámpara UV	30	30	30	60	60
0	Transmisión	91,94	91,93	91,92	91,95	91,97
1000	Transmisión	91,97	92,01	92,02	92,03	92,06
2000	Transmisión	92,64	92,53	92,96	92,38	92,35
3000	Transmisión	92,13	94,89	94,03	94,86	94,74
5000	Transmisión	95,3	95,4	95,05	95,22	95,48
0	Valor amarilleamiento	0,40	0,38	0,36	0,38	0,38
1000	Valor amarilleamiento	0,45	0,50	0,46	0,48	0,48
2000	Valor amarilleamiento	0,17	0,21	-0,04	0,17	0,17
3000	Valor amarilleamiento	0,3	-0,13	-0,32	-0,04	-0,22
5000	Valor amarilleamiento	0,19	0,19	0,39	1,18	0,58
0	Turbidez	0,26	0,22	0,20	0,25	0,25
1000	Turbidez	0,19	0,31	0,20	0,22	0,25
2000	Turbidez	0,24	0,24	0,37	0,33	0,34
3000	Turbidez	0,25	0,32	0,3	0,26	0,3
5000	Turbidez	0,51	0,49	0,48	2,43	0,47

Tabla 5:

H		Unidad	E13	E14	E15	V4
	Material		PC	PC	PC	PC
	Tiempo disolución	s	60	60	60	60
	Temperatura sustrato	°C	80	90	100	120
	Potencia lámpara UV	%	30	30	30	30
0	Transmisión	%	87,79	87,74	87,75	87,85
1000	Transmisión	%	88,51	88,63	88,40	88,46
2000	Transmisión	%	88,78	88,79	88,80	88,50
0	Valor amarilleamiento		1,38	1,38	1,41	1,43
1000	Valor amarilleamiento		1,46	1,41	1,45	1,49
2000	Valor amarilleamiento		1,61	1,53	1,56	1,82
0	Turbidez	%	0,37	0,35	0,32	0,45-
1000	Turbidez	%	0,43	0,38	0,34	0,73
2000	Turbidez	%	0,54	0,42	0,38	0,96

A partir de la Tabla 3 se reconoce que la transmisión en todos los ensayos se encontraba en un muy buen intervalo, superior al 92%. Una particularidad absolutamente inesperada del procedimiento de acuerdo con la invención es que la transmisión se vuelve incluso mejor después de la exposición a la intemperie (véanse también las Tablas 4 y 5 abajo). Es decir, el revestimiento no se vuelve peor mediante la exposición a la intemperie, como lo hacen los revestimientos del estado de la técnica, sino mejor. Este es un avance técnico significativo y no previsible frente a procedimientos y productos del estado de la técnica.

Se reconoce, además, que los valores de amarilleamiento y la turbidez a temperaturas de contacto entre 80 y 100°C, incluso después de una exposición a la intemperie de 3000 h, son extraordinarios. Con una temperatura creciente de contacto mejoran ambos parámetros. Sin embargo, también se encontró que en el caso de temperaturas de contacto demasiado elevadas (no mostradas en las Tablas), la adherencia de la lámina de sacrificio era demasiado intensa o bien la lámina de sacrificio ya no podía ser desprendida. En relación con la potencia de la lámpara UV se ha demostrado que una potencia elevada repercute de forma ligeramente positiva sobre el valor de amarilleamiento.

En relación con la adherencia, los Ensayos Comparativos V1, V2 y V3 muestran, en comparación con los Ensayos E1 a E6 de acuerdo con la invención, que temperaturas de contacto demasiado bajas, incluso en el caso de tiempos de disolución muy largos (véase V3) pueden conducir a una adherencia insuficiente. V4 demuestra que temperaturas de contacto demasiado elevadas son asimismo negativas para la turbidez y el valor de amarilleamiento después de exposición a la intemperie prolongada.

Al comparar las Tablas 3 y 4 se demuestra que un aumento del tiempo de disolución conduce a transmisiones, valores de amarilleamiento y turbideces claramente mejores. También mejora la adherencia. Sin embargo, si el tiempo de disolución se elige demasiado largo (mostrado en las Tablas), entonces se produce la formación de puntos perturbadores ópticos y una turbidez peor.

Conforme a la Tabla 5, efectos similares en el caso de policarbonato como sustrato se muestran al igual que en el caso de PMMA.

### Ejemplo 3

Sobre un sustrato conforme al Ejemplo 2 se aplicó un material de revestimiento conforme al Ejemplo 2 en diferentes grosores de capa. Se demostró que en el caso de un grosor de capa de 7 µm se encontraron numerosos defectos ópticos en la capa de recubrimiento por parte de partículas extrañas. En el caso de espesores de capa de 15 µm y, en particular, de 20 µm se obtuvieron superficies con la calidad de muy buena a extraordinaria, véase la Figura 3.

**Ejemplo 4**

Los ensayos técnicos de aplicación descritos en lo que sigue se llevaron a cabo en los materiales compuestos de acuerdo con la invención:

5 Una plancha de PMMA de 2 mm de grosor, revestida según el procedimiento de acuerdo con la invención con un revestimiento resistente al rayado y a la abrasión con un valor Taber de < 3% según la norma ASTM D1044, se sometió a un ensayo de rebordamiento térmico (con formación en un ángulo de 90°), comprobándose en este caso que esta plancha se podía redondear con un radio de 20 mm sin que se manifestaran grietas. Los materiales compuestos de acuerdo con la invención pueden rebordarse, por consiguiente, con radios claramente menores que las planchas revestidas según procedimientos habituales. Esto confirma la unión particularmente buena entre el  
10 sustrato y el revestimiento. En varios ensayos pudo confirmarse que en el caso de radios de rebordamiento de un espesor de capa x10 no se manifestaban grietas.

En el caso del ensayo de elaboración se encontró que los materiales compuestos de acuerdo con la invención pueden almacenarse, cortarse, pulirse y perforarse bien.

15 También en relación con el comportamiento al fuego se alcanzaron progresos, de modo que la ignición de los materiales compuestos de acuerdo con la invención pudo retardarse claramente en comparación con el sustrato de PMMA puro.

**Lista de símbolos de referencia**

- 1 extrusora
- 2 mecanismo alisador de la extrusora (rodillos y cilindros)
- 20 3 sustrato
- 4 dispositivo calefactor, p. ej., radiador IR
- 5 dispositivo de limpieza de la superficie
- 6 lámina de recubrimiento
- 7 reserva de láminas de recubrimiento
- 25 8 rodillos transportadores o bien guía o bien dispositivo de limpieza para la lámina de recubrimiento o bien rodillos adhesivos
- 9 dispositivo dosificador para el material de revestimiento o bien pegamento
- 10 punto de medición de la temperatura de contacto
- 11 laminador o bien cilindros de apriete
- 30 12 material compuesto
- 13 1ª fuente de UV
- 14 recogida de láminas de recubrimiento
- 15 separación de la lámina de recubrimiento del sustrato revestido
- 16 2ª fuente de UV
- 35 17 dispositivo de control de calidad
- 18 reserva de láminas protectoras
- 19 cilindros de apriete
- 20 producto final

40

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la producción continua en línea de sustratos o estratificados poliméricos revestidos, que comprende las etapas

- a. provisión de un sustrato a base de un material polimérico
- b. puesta en contacto del sustrato con un material de revestimiento o pegamento curable, preferiblemente mediante polimerización en los radicales
- c. cubrición del material de revestimiento o pegamento con una lámina de recubrimiento
- d. curado del material de revestimiento o pegamento

caracterizado por que

- el curado tiene lugar en al menos dos etapas de curado, en donde la primera etapa de curado es una etapa de curado térmico o una etapa de curado por radiación, preferiblemente es una etapa de curado por UV, y al menos una etapa de curado subsiguiente es una etapa de curado por radiación, preferiblemente una etapa de curado por UV, y
- el tiempo de disolución, para el caso de que la primera etapa de curado sea una etapa de curado por radiación, preferiblemente una etapa de curado por UV o una etapa de curado térmico con inicio retardado, asciende al menos a 10 s, preferiblemente a 15 hasta 240 s, de manera particularmente preferida a 20 hasta 180 s, y de manera particularmente preferida a 30 hasta 120 s, o bien
- para el caso de que tenga lugar un inicio térmico espontáneo del curado durante el primer contacto entre el material de revestimiento o bien pegamento y con ello comience la primera etapa de curado,
  - la mezcla de monómeros del material de revestimiento o bien pegamento, preferiblemente la combinación a base de iniciador y monómeros de material de revestimiento o bien pegamento y/o la concentración del iniciador térmico,
- y/o
- las condiciones del procedimiento, preferiblemente la velocidad de transporte del sustrato y/o la temperatura de contacto, se eligen de manera que se obtenga una fase mixta a base de material de revestimiento o bien pegamento y polímero de sustrato disuelto, cuyo grosor oscila entre 90 y 1%, preferiblemente entre 80 y 3% y de manera muy particularmente preferida entre 70 y 5% del grosor total de la capa de la capa de recubrimiento o bien adhesiva.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que las temperaturas de contacto del sustrato para los respectivos polímeros del sustrato se encuentran en los siguientes intervalos:

Polímero del sustrato	Temperatura de contacto preferida	Temperatura de contacto particularmente preferida	Temperatura de contacto muy particularmente preferida
Polímero basado en PMMA	70 a 110 °C	80 a 110 °C	90 a 110 °C
Polímero basado en policarbonato	80 a 130 °C	90 a 120 °C	95 a 110 °C
Copolímero basado en estireno-acrilonitrilo (SAN)	65 a 110 °C	70 a 105 °C	80 a 100 °C
Polímero basado en poli(cloruro de vinilo) (PVC)	60 a 110 °C	70 a 100 °C	75 a 95 °C

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la temperatura de contacto y el tiempo de disolución para los respectivos polímeros del sustrato se encuentran en los siguientes intervalos:

## ES 2 549 543 T3

Polímero del sustrato	Temperatura de contacto y tiempo de disolución preferidos	Temperatura de contacto y tiempo de disolución particularmente preferidos	Temperatura de contacto y tiempo de disolución muy particularmente preferidos
Polímero basado en PMMA	70 a 110 °C y 15 a 240 s	80 a 110 °C y 20 a 180 s	90 a 110 °C y 30 a 120 s
Polímero basado en policarbonato	80 a 130 °C y 15 a 240 s	90 a 120 °C y 20 a 180 s	95 a 110 °C y 30 a 120 s
Copolímero basado en estireno-acrilonitrilo (SAN)	65 a 110 °C y 15 a 240 s	70 a 105 °C y 20 a 180 s	80 a 100 °C y 30 a 120 s
Polímero basado en poli(cloruro de vinilo) (PVC)	60 a 110 °C y 15 a 200 s	70 a 100 °C y 20 a 120 s	75 a 95 °C y 30 a 90 s

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el sustrato en la etapa a) se obtiene mediante extrusión de una masa de moldeo o mediante una polimerización por colada continua,
- 5 y por que el sustrato se calienta antes del primer contacto con el material de revestimiento o bien el pegamento, es decir, entre las etapas a) y b), mediante un dispositivo calefactor adecuado, preferiblemente un radiador IR, de manera que se alcanza la temperatura de contacto según la reivindicación 2 ó 3,
- 10 y por que al menos la superficie del sustrato orientada hacia el material de revestimiento o el pegamento y/o la lámina de recubrimiento se limpia antes del primer contacto con el material de revestimiento o el pegamento, es decir, entre las etapas a) y b),
- y por que el material de revestimiento o el pegamento se aplica primero sobre la lámina de recubrimiento y luego se une con el sustrato, es decir, las etapas b) y c) se realizan conjuntamente,
- 15 o por que el material de revestimiento o bien el pegamento se aplica primero sobre el sustrato y luego se cubre con la lámina de recubrimiento,
- 20 o por que el material de revestimiento o el pegamento se aplica primero tanto sobre el sustrato como sobre la lámina de recubrimiento y después ambos se conducen juntos,
- y después de la primera reunión de sustrato, material de revestimiento y lámina de recubrimiento, el material compuesto resultante se prensa en un laminador o entre cilindros de apriete, preferiblemente entre dos cilindros, preferiblemente entre cilindros con una dureza Shore A de 30 a 100,
- 25 y por que como lámina de recubrimiento se utiliza una lámina de sacrificio, la cual es desprendida en la etapa e) después de la primera etapa de curado o de otra etapa de curado d),
- y por que se lleva a cabo un control en línea de la calidad óptica en la etapa f) después de concluir las etapas d) o e),
- 30 y por que, en función de que se desprenda la lámina de recubrimiento o se produzca un estratificado, después de concluir las etapas d) o d) y e) o d) y f) o d) y e) y f) en la etapa g) se reviste al menos una superficie del producto obtenido con una lámina protectora desprendible,
- 35 y por que las etapas a) a d) o a) a e) o a) a f) se llevan a cabo bajo condiciones de una sala blanca y/o climatizadas.
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que en el caso de utilizar una lámina de sacrificio, tiene lugar al menos una etapa de curado por radiación, preferiblemente una etapa de curado por UV, a través de la lámina de sacrificio y/o el sustrato, y al menos otra etapa de curado por radiación, preferiblemente otra etapa de curado por UV, después de separar la lámina de sacrificio.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que

se llevan a cabo al menos dos etapas de curado por radiación, preferiblemente al menos con una etapa de curado por UV, a diferentes incorporaciones de energía de las fuentes de radiación o bien, en el caso de fuentes de UV, a diferentes longitudes de onda de la luz UV.

- 5 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado  
 por que el tiempo de disolución se controla mediante la velocidad de transporte del sustrato o mediante el posicionamiento de la 1ª fuente de radiación, preferiblemente la 1ª fuente de UV en relación con el lugar del 1º contacto del material de revestimiento o del pegamento con el sustrato,  
 y/o  
 por que la velocidad de transporte del sustrato se encuentra en el intervalo de 0,1 a 10 m/min.
- 10 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado  
 por que en el caso del sustrato se trata de un material sintético termoplástico elegido del grupo consistente en poli(metacrilato de metilo), poli(met)acrilimidias, poliacrilonitrilos, poliestirenos, poliéteres, poliésteres, policarbonatos, poli(cloruros de vinilo) o bien mezclas de los mismos, así como copolímeros de estireno-acrilonitrilo, copolímeros de acrilonitrilo-estireno-butadieno, copolímeros de estireno-ácido maleico, copolímeros de (met)acrilato-estireno-anhídrido de ácido maleico y copolímeros de poli(metacrilato de metilo),  
 y/o  
 por que el sustrato presenta un grosor en el intervalo de 10 µm a 500 mm, preferiblemente de 20 µm a 100 mm, de manera particularmente preferida de 30 µm a 50 mm y de manera muy particularmente preferida de 50 µm a 25 mm.
- 15 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado  
 por que el material de revestimiento o el pegamento comprende al menos dos fotoiniciadores activables a diferentes longitudes de onda,  
 y/o  
 por que el material de revestimiento o el pegamento comprende al menos un iniciador térmicamente activable y al menos un fotoiniciador,  
 y/o  
 por que la capa de material de revestimiento o la capa adhesiva presenta un grosor de capa, medido 20 cm después de la rendija del laminador, de 3 µm, preferiblemente de 5 a 100 µm, de manera particularmente preferida de 5 a 80 µm, de manera muy particularmente preferida de 7 a 70 µm, de manera especialmente preferida de 10 a 60 µm y de manera muy especialmente preferida de 10 a 40 µm,  
 y/o  
 por que el material de revestimiento presenta una viscosidad dinámica en el intervalo de 50 a 10000 mPa\*s a 25°C, preferiblemente en el intervalo de 200 a 5000 mPa\*s a 25°C,  
 y/o  
 por que el pegamento presenta una viscosidad dinámica en el intervalo de 100 a 20000 mPa\*s a 25°C, de manera particularmente preferida en el intervalo de 500 a 10000 mPa\*s a 25°C.
- 20 25 30 35 40 10. Sistema de aparatos para la producción continua en línea de sustratos o estratificados poliméricos revestidos, que comprende  
 I. un dispositivo para proporcionar un sustrato a base de un material polimérico  
 II. un dispositivo para proporcionar una lámina de recubrimiento  
 III. un dispositivo para revestir el sustrato y/o la lámina de recubrimiento con un material de revestimiento o un pegamento curable, preferiblemente mediante polimerización en los radicales,  
 caracterizado  
 45 • por que el sistema de aparatos está configurado de manera que el material de revestimiento o el pegamento aplicado sobre el sustrato en el sistema de aparatos es cubierto con una lámina de recubrimiento,  
 • por que el sistema de aparatos está configurado de manera que el curado del material de revestimiento o del pegamento tiene lugar en al menos dos etapas de curado,  
 50 • por que el sistema de aparatos comprende al menos una fuente de radiación, preferiblemente al menos una fuente de UV, la cual está dispuesta de manera que inicia una etapa de curado que sigue a la primera etapa de curado,  
 • por que el sistema de aparatos está configurado de manera que la temperatura de contacto puede ser variada,  
 55 • por que el sistema de aparatos está configurado de manera que el tiempo de disolución, en el caso de llevar a cabo la primera etapa de curado mediante curado por radiación, preferiblemente curado por UV, o curado térmico iniciado de manera retardada, asciende al menos a 10 s.
11. Sistema de aparatos según la reivindicación 10, caracterizado

- o por que en el caso del dispositivo para la provisión del sustrato se trata de una extrusora, preferiblemente de una extrusora de un solo husillo,
- 5 o por que el sistema de aparatos comprende un dispositivo calefactor adecuado, preferiblemente un radiador IR, mediante el cual se calienta el sustrato antes del primer contacto con el material de revestimiento o el pegamento, de manera que se alcanza la temperatura de contacto según la reivindicación 1,
- 10 o por que el sistema de aparatos comprende un dispositivo de limpieza adecuado, preferiblemente cilindros adhesivos y/o sistemas de cepillos y/o tratamiento previo corona y/o dispositivos para el soplado con aire ionizado, mediante los cuales se limpia al menos la superficie del sustrato orientada hacia el material de revestimiento o el pegamento, y la lámina de recubrimiento, antes del primer contacto con el material de revestimiento o bien el pegamento,
- 15 o por que el sistema de aparatos está configurado de manera que el material de revestimiento o bien el pegamento se aplica primero sobre la lámina de recubrimiento y luego se une con el sustrato,
- 20 o por que el sistema de aparatos está configurado de manera que después de la primera reunión de sustrato, material de revestimiento y lámina de recubrimiento, el material compuesto resultante se prensa en un laminador o entre cilindros de apriete, preferiblemente entre al menos dos cilindros, preferiblemente entre cilindros con una dureza Shore A de 30 a 100,
- 25 o por que el sistema de aparatos comprende una fuente de caldeo, preferiblemente un radiador IR, después del punto de contacto de material de revestimiento o bien pegamento y sustrato, preferiblemente después del laminador,
- 30 o por que el sistema de aparatos está configurado de manera que la lámina de sacrificio utilizada como lámina de recubrimiento es desprendida después de la primera etapa de curado por radiación o de otra etapa de curado por radiación, preferiblemente etapa de curado por UV,
- 35 o por que el sistema de aparatos comprende un control en línea de calidad óptica, preferiblemente en forma de un sistema de cámara y detección para defectos ópticos, el cual está dispuesto preferiblemente de modo que el control de calidad se lleva a cabo en la etapa f) después de concluir las etapas d) o e),
- 40 o por que el sistema de aparatos está configurado de manera que al menos una superficie del producto obtenido es revestida con una lámina protectora desprendible, en donde el dispositivo de revestimiento está dispuesto preferiblemente con la lámina protectora de modo que en función de si se desprende la lámina protectora o si se produce un estratificado, la lámina protectora se aplica en la etapa g) después de la conclusión de las etapas d) o d) y e) o d) y f) o d) y e) y f),
- 45 y 12. Sistema de aparatos según la reivindicación 10 u 11, caracterizado por que en el caso del dispositivo para la provisión del sustrato se trata de una extrusora, preferiblemente de una extrusora de un solo husillo,
- 50 y por que el sistema de aparatos está configurado de manera que después de la primera reunión de sustrato, material de revestimiento y lámina de recubrimiento, el material compuesto resultante se prensa en un laminador o entre cilindros de apriete, preferiblemente entre al menos dos cilindros, preferiblemente entre cilindros con una dureza Shore A de 30 a 100,
- 55 y por que el sistema de aparatos comprende un control en línea de calidad óptica, preferiblemente en forma de un sistema de cámara y detección para defectos ópticos, el cual está dispuesto preferiblemente de modo que el control de calidad se lleva a cabo en la etapa f) después de concluir las etapas d) o e).
- 60 y 13. Sistema de aparatos según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que en el caso del dispositivo para la provisión del sustrato se trata de una extrusora, preferiblemente de una extrusora de un solo husillo,
- y por que el sistema de aparatos comprende un dispositivo calefactor adecuado, preferiblemente un radiador IR, mediante el cual se calienta el sustrato antes del primer contacto con el material de revestimiento o el pegamento, de manera que se alcanza la temperatura de contacto según la reivindicación 1,

- 5 por que el sistema de aparatos comprende un dispositivo de limpieza adecuado, preferiblemente cilindros adhesivos y/o sistemas de cepillos y/o tratamiento previo corona y/o dispositivos para el soplado con aire ionizado, mediante los cuales se limpia al menos la superficie del sustrato orientada hacia el material de revestimiento o el pegamento, y la lámina de recubrimiento, antes del primer contacto con el material de revestimiento o bien el pegamento,
- y
- 10 por que el sistema de aparatos está configurado de manera que el material de revestimiento o bien el pegamento se aplica primero sobre la lámina de recubrimiento y luego se une con el sustrato,
- y
- 15 por que el sistema de aparatos está configurado de manera que después de la primera reunión de sustrato, material de revestimiento y lámina de recubrimiento, el material compuesto resultante se prensa en un laminador o entre cilindros de apriete, preferiblemente entre al menos dos cilindros, preferiblemente entre cilindros con una dureza Shore A de 30 a 100,
- y
- 20 por que el sistema de aparatos está configurado de manera que la lámina de sacrificio utilizada como lámina de recubrimiento es desprendida después de la primera etapa de curado por radiación o de otra etapa de curado por radiación, preferiblemente etapa de curado por UV,
- y
- 25 por que el sistema de aparatos comprende un control en línea de calidad óptica, preferiblemente en forma de un sistema de cámara y detección para defectos ópticos, el cual está dispuesto preferiblemente de modo que el control de calidad se lleva a cabo en la etapa f) después de concluir las etapas d) o e),
- y
- 30 por que el sistema de aparatos está configurado de manera que al menos una superficie del producto obtenido es revestida con una lámina protectora desprendible, en donde el dispositivo de revestimiento está dispuesto preferiblemente con la lámina protectora de modo que en función de si se desprende la lámina protectora o si se produce un estratificado, la lámina protectora se aplica en la etapa g) después de la conclusión de las etapas d) o d) y e) o d) y f) o d) y e) y f),
- y
- 35 por que el sistema de aparatos está configurado de manera que las etapas a) a d) o a) a e) o a) a f) se llevan a cabo bajo condiciones de una sala blanca y/o climatizadas.
14. Sistema de aparatos según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado
- 35 por que las fuentes de radiación, preferiblemente las fuentes de UV están dispuestas en el sistema de aparatos de manera que al utilizar una lámina de sacrificio tiene lugar al menos una etapa de curado por radiación, preferiblemente al menos una etapa de curado por UV a través de la lámina de recubrimiento y/o a través del sustrato, y al menos una etapa de curado por radiación, preferiblemente al menos una etapa de curado por UV, después de separar la lamina de recubrimiento,
- o
- 40 por que el sistema de aparatos comprende una fuente de caldeo para iniciar la primera etapa de curado,
- o
- 45 por que el sistema de aparatos comprende al menos dos fuentes de radiación, preferiblemente al menos dos fuentes de UV, con diferentes incorporaciones de energía de las fuentes de radiación o bien, en el caso de al menos dos fuentes de UV, con diferentes longitudes de onda de la luz UV.
15. Sistema de aparatos según una de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado
- 45 por que el sistema de aparatos está configurado de manera que en el caso de llevar a cabo la primera etapa de curado mediante curado por radiación, preferiblemente mediante curado por UV, el tiempo de disolución se controla mediante la regulación de la velocidad de transporte del sustrato o mediante el posicionamiento de la 1ª fuente de radiación, preferiblemente la 1ª fuente de UV en relación con el lugar del 1<sup>er</sup> contacto del material de revestimiento o del pegamento con el sustrato, preferiblemente de manera que
- 50 el tiempo de disolución se puede variar en el intervalo de más de 10 s, preferiblemente de 15 a 240 s, de manera particularmente preferida de 20 a 180 s y de manera muy particularmente preferida de 30 a 120 s,
- y/o
- 55 por que el sistema de aparatos está configurado de manera que la velocidad de transporte del sustrato se encuentra en el intervalo de 0,1 m/min a 10 m/min.
16. Sistema de aparatos según una de las reivindicaciones 10 a 15, caracterizado por que se proporciona un sustrato con un grosor de 10 µm a 500 mm, preferiblemente de 20 µm a 100 mm, de manera particularmente preferida de 30 µm a 50 mm y de manera muy particularmente preferida de 50 µm a 25 mm.
17. Material compuesto que comprende una capa de recubrimiento y un sustrato o un sustrato, una capa adhesiva y otra capa dispuesta sobre la capa adhesiva, caracterizado por que en la capa de recubrimiento o bien adhesiva existe un límite de fases entre una fase externa, con una pequeña proporción de polímero de sustrato disuelto, y una

fase mixta con una proporción elevada de polímero de sustrato con respecto a la fase externa, y por que presenta un límite de fases entre dicha fase mixta y el sustrato.

- 5 18. Material compuesto según la reivindicación 17, caracterizado por que el grosor de la fase externa oscila entre 30 y 95%, de manera particularmente preferida entre 40 y 90%, y de manera muy particularmente preferida entre 50 y 80% del grosor total de la capa de recubrimiento o bien adhesiva, y el grosor de la fase mixta de manera correspondiente entre 70 y 5%, de manera particularmente preferida entre 60 y 10%, y de manera muy particularmente preferida entre 50 y 20%, proporcionando las dos fases en total el 100% del espesor total de la capa de recubrimiento o bien adhesiva.

Figura 1

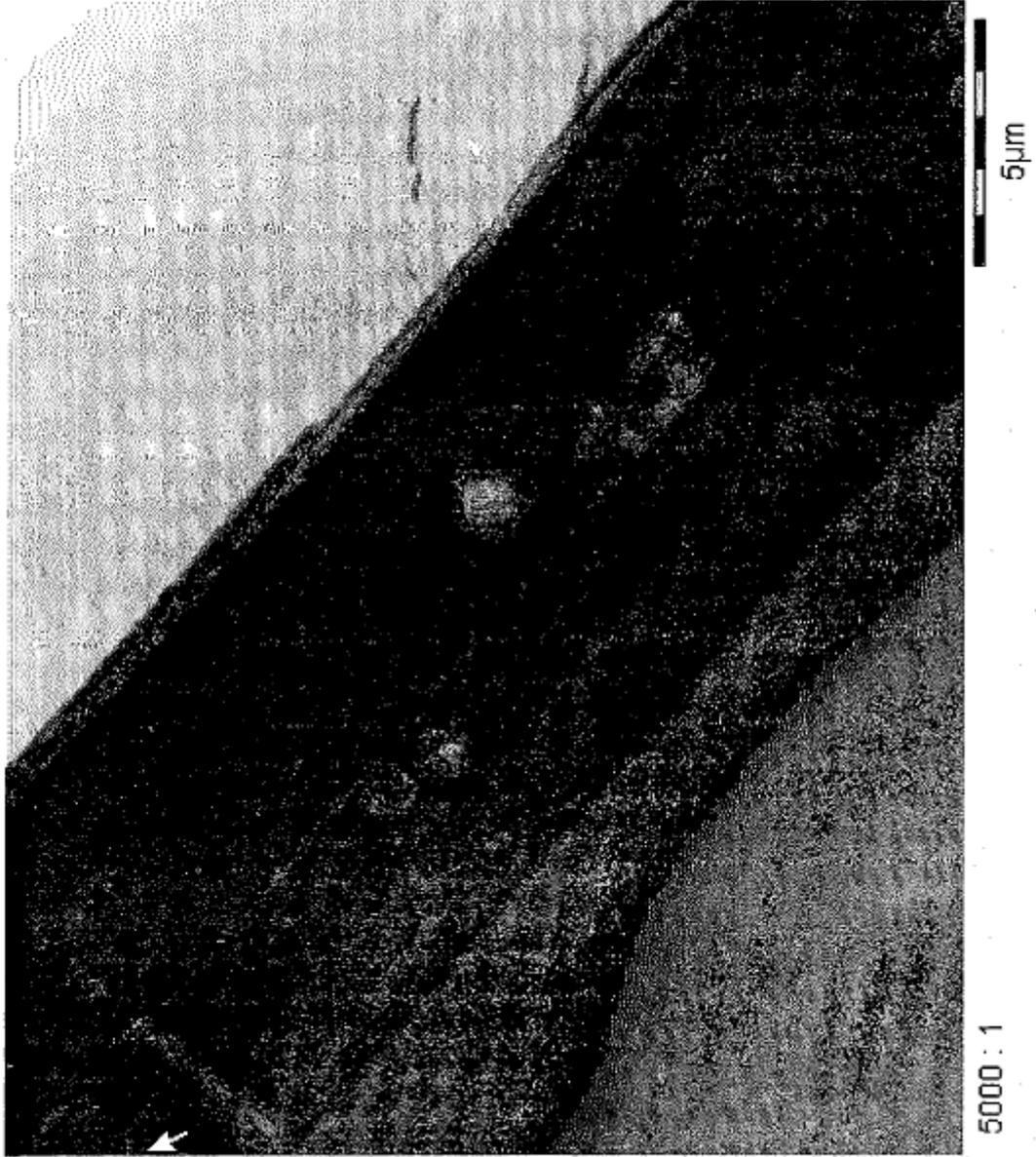
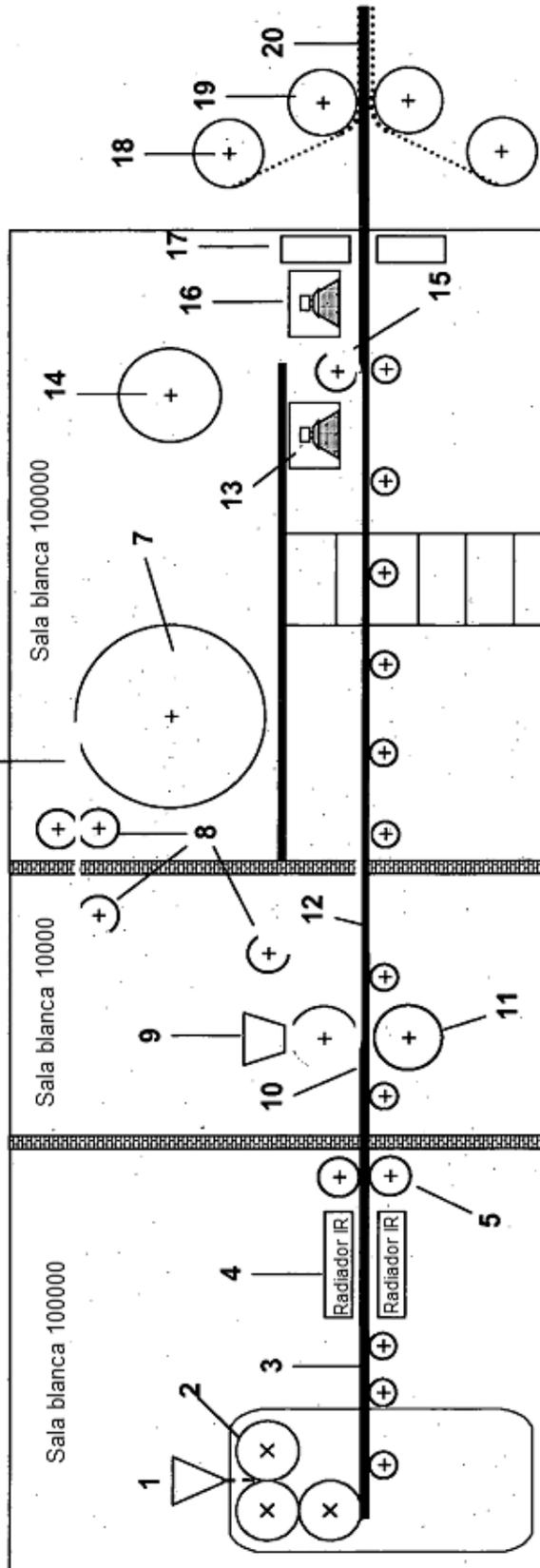
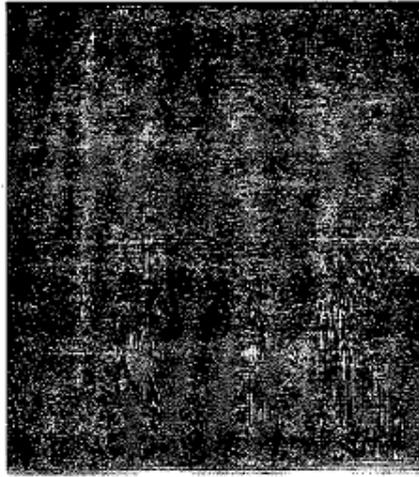
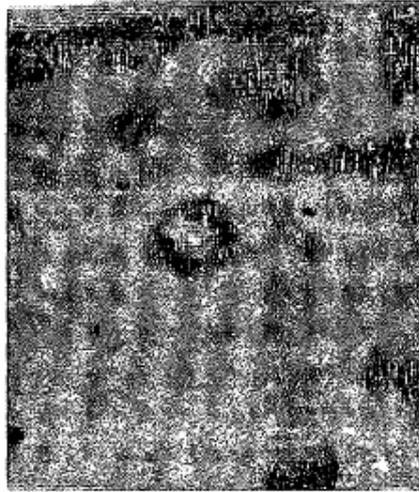


Figura 2

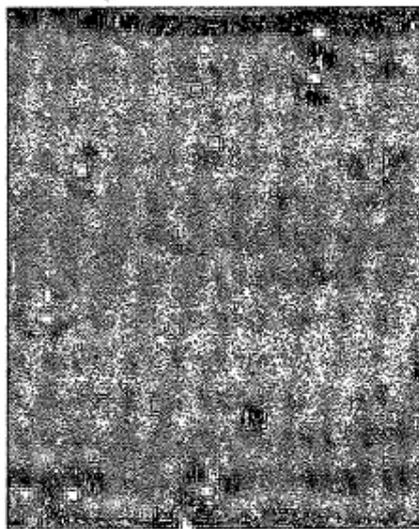




20 μm



15 μm



7 μm

Figura 3