(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 750 593**

(51) Int. Cl.:

C09D 4/06 (2006.01)
C09D 133/00 (2006.01)
C09D 5/00 (2006.01)
C09D 7/00 (2008.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2014** **PCT/EP2014/062086**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2014** **WO14198751**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2014** **E 14729337 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019** **EP 3008137**

(54) Título: **Agente de revestimiento curable por radiación**

(30) Prioridad:

14.06.2013 EP 13172188

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.03.2020

(73) Titular/es:

COVESTRO DEUTSCHLAND AG (100.0%)
Kaiser-Wilhelm-Allee 60
51373 Leverkusen, DE

(72) Inventor/es:

KOSTROMINE, SERGUEI;
PETZOLDT, JOACHIM;
HOVESTADT, WIELAND;
KOCH, EBERHARD y
KÜNZEL, ROLAND

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 750 593 T3

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

DESCRIPCIÓN

Agente de revestimiento curable por radiación

La presente invención se refiere a un agente de revestimiento curable por radiación, que comprende al menos un polímero termoplástico, un diluyente reactivo, un fotoiniciador y al menos un disolvente orgánico, presentando el agente un porcentaje determinado de grupos etilénicamente insaturados, así como a un procedimiento para producir el mismo. Se refiere además a un procedimiento para producir una capa protectora, así como a sustratos revestidos producidos con el mismo, en particular láminas.

Se conocen procedimientos en los que, en primer lugar, se reviste una lámina de plástico por medio de procedimientos de barnizado comunes, tales como aplicación con rasqueta, colada o pulverización en una gran superficie y este revestimiento mediante se seca casi sin pegajosidad mediante secado físico o curado parcial. Esta lámina puede conformarse entonces a temperaturas elevadas y a continuación pegarse, inyectarse o espumarse a posteriori. Este concepto ofrece mucho potencial para la producción de, por ejemplo, elementos constructivos de plástico, pudiendo sustituirse la etapa de barnizado más costosa de los elementos constructivos tridimensionales por el revestimiento más sencillo de un sustrato plano.

Por lo general, las buenas propiedades superficiales requieren una alta densidad de reticulación del revestimiento. En cambio, altas densidades de reticulación conducen a un comportamiento termoestable con grados de estiramiento máximos posible de solo un pequeño porcentaje, de modo que el revestimiento tiende a agrietarse durante el proceso de conformación. Este conflicto obvio entre la alta densidad de reticulación requerida y el alto grado de estiramiento deseado puede resolverse, por ejemplo, secando/curando el revestimiento en dos etapas, antes y después de la conformación. En particular, para el curado posterior es adecuada una reacción de reticulación inducida por radiación en el revestimiento.

El revestimiento presentará a este respecto después del curado, las propiedades de una capa protectora, es decir, será lo más duro y resistente al rayado, resistente a la luz, al agua y a disolventes así como al impacto posible. Asimismo se garantizará la calidad deseada en cuanto a las propiedades ópticas y hápticas.

Además, para una aplicación económica de este procedimiento, es necesario el enrollado provisional de la lámina revestida, conformable, sobre rodillos. Las cargas por presión y temperatura que se producen a este respecto en los rodillos, plantean requisitos particulares en cuanto a la antiadherencia del revestimiento aplicado y secado, pero aún no completamente curado.

El documento US 2009/0163614 A1 divulga escribe una composición de revestimiento que comprende una resina termoplástica, en la que la resina termoplástica se selecciona del grupo que consiste en resinas de policicloolefina, resinas de poliéster, resinas de poliacrilato y sus mezclas y una composición de revestimiento curable por radiación.

El documento WO 2004/011559 A1 divulga composiciones de revestimiento que comprende copolímeros de acrilato, fotoiniciadores y al menos un metacrilato multifuncional. Estas composiciones de revestimiento se usan como capas adhesivas sensibles a la presión.

El documento WO 03/010602 A1 divulga composiciones de revestimiento curables por radiación que comprenden un oligómero o polímero con al menos un grupo carboxilo en la molécula y una masa molar de menos de 200.000, preferentemente de 2.000 a 150.000, de manera especialmente preferente de 2.000 a 100.000 y en particular de 5.000 a 100.000, un fotoiniciador especial y compuestos monoméricos, oligoméricos o poliméricos con al menos un doble enlace olefínico.

Los revestimientos de conformación térmica y después de curado por UV se describen en el estado de la técnica, por ejemplo, en Beck, Erich (BASF), Scratch resistant UV coatings for automotive applications, Pitture e Vernici, European Coatings (2006), 82(9), 10-19; Beck, Erich, Into the third dimension: three ways to apply UV coating technology to 3D-automotive objects, European Coatings Journal (2006), (4), 32, 34, 36, 38-39; Petzoldt, Joachim; Coloma, Fermín (BMS), New three-dimensionally formable hardcoat films, JOT, Journal fuer Oberflaechentechnik (2010), 50(9), 40-42 y Petzoldt et al., Development of new generation hardcoated films for complex 3D-shaped FIM applications, RadTech Asia 2011, Conference Proceedings.

La mayoría de ellos se basan en los denominados macromonómeros, que se producen principalmente por procedimientos de doble curado. Los macromonómeros termoplásticos se forman por un primer mecanismo de curado (por ejemplo PUR, poliadición), los grupos no afectados y de curado UV (por ejemplo, acrilatos), que están incluidos como sustituyentes terminales o laterales, aparecen después de la conformación en la segunda etapa de curado. No obstante, a este respecto es desventajoso que tales macromonómeros en sí, o los componentes, tengan que prepararse especialmente mediante síntesis, lo que provoca costes adicionales en la producción. Macromonómeros que pueden obtenerse mediante procedimientos de curado doble se describen, por ejemplo, en el documento EP 2 113 527 A1.

El documento WO 2005/080484 A1 describe una placa o lámina de capa compuesta curable por radiación de al menos una capa de sustrato y una capa de cubierta, que contiene una masa curable por radiación con una temperatura de

transición vítrea por debajo de 50 °C con una alta densidad de dobles enlaces.

El documento WO 2005/118689 A1 divulga una placa o lámina de capa compuesta análoga, en la que la masa curable por radiación contiene adicionalmente grupos ácido. Ambas solicitudes describen la capa de cubierta como no pegajosa, no se consigue una mayor antiadherencia, tal como se necesita, por ejemplo, para enrollar la lámina alrededor de un núcleo. La posibilidad de enrollar las láminas compuestas formando rollos antes del curado por radiación de la capa de cubierta, tampoco se menciona por lo tanto.

En consecuencia, en el estado de la técnica, sigue existiendo la necesidad de revestimientos de curado por radiación mejorados o al menos alternativos. Serían deseables aquellos revestimientos en los que el revestimiento, por ejemplo sobre láminas después de la conformación y el endurecimiento, muestra una alta resistencia a la abrasión, resistencia al rayado y resistencia a disolventes con, al mismo tiempo, buena adherencia a la lámina. Además, serían deseables revestimientos mejorados o al menos alternativos, en los que el revestimiento presenta una antiadherencia antes de la conformación tan alta que las láminas revestidas con el mismo pueden enrollarse sin problema, sin embargo, se pueden conseguir altos grados de estiramiento en el procedimiento de conformación. Otro punto de vista importante se refiere a la economía de tales sistemas de revestimiento. Habitualmente, los macromonómeros o sus componentes se sintetizan especialmente para tales sistemas de revestimiento, lo que naturalmente provoca mayores costes en la producción. Además, sería deseable diseñar el sistema de revestimiento de una manera sencilla y eficiente de producir. Por lo tanto, existe una necesidad en el estado de la técnica de agentes de revestimiento que, por un lado, su producción sea fácil, eficiente y, con ello económico, y, por otro lado, lleven a revestimientos, en particular a láminas, que después de la aplicación y el secado y después del curado, presenten una alta resistencia a la abrasión, resistencia al rayado y resistencia a disolventes.

La provisión de tales agentes de revestimiento y sustratos revestidos con los mismos con el perfil de propiedades descrito representa un desafío particular para el experto en la materia.

Por lo tanto, la presente invención proporciona lo siguiente: un agente de revestimiento, que comprende

(a) al menos un polímero termoplástico con un peso molecular medio Mw de al menos 100.000 g/mol en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;

(b) al menos un diluyente reactivo curable por UV en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;

(c) al menos un fotoiniciador en un contenido de ≥ 0,1 a ≤ 10 partes en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento; y

(d) al menos un disolvente orgánico,

en el que el porcentaje de grupos etilénicamente insaturados asciende a al menos 3 moles por kg del porcentaje sólido del agente de revestimiento.

El agente de revestimiento de acuerdo con la invención se caracteriza después de la aplicación sobre un sustrato tal como, por ejemplo, una lámina y secado, por una buena antiadherencia y después del curado por radiación actínica por una buena resistencia a disolventes, resistencia al rayado y resistencia a la abrasión.

Se ha encontrado que los polímeros termoplásticos son particularmente ventajosos para las propiedades finales del revestimiento de acuerdo con la presente invención. Polímeros termoplásticos en el sentido de la presente invención son, por lo tanto, en una forma de realización preferida, polímeros termoplásticos lineales. A este respecto, se prefieren en particular poli(metacrilato de metilo) (PMMA), poliésteres de distinto tipo (por ejemplo PET, PEN, PBTP y UP), otros plásticos, tales como PVC duro, ésteres de celulosa (tales como CA, CAB, CP), poliestireno (PS) y copolímeros (SAN, SB y MBS), poliacrilonitrilo (PAN), plásticos de ABS, metilmetacrilato de acrilonitrilo (AMMA), acrilonitrilo-estireno-éster acrílico (ASA), poliuretano (PUR), polietileno (PE, PE-HD, -LD, -LLD, -C), polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC) o polietersulfona (PES). Las abreviaturas se definen en la norma DIN 7728T1.

Las temperaturas de reblandecimiento Vicat VET (norma ISO 306-650) se encuentran en una forma de realización preferida adicional de la presente invención en el intervalo de al menos 90 °C, preferentemente al menos 95 °C, de manera especialmente preferente al menos 100 °C.

Es ventajoso poli(metacrilato de metilo).

Por poli(metacrilato de metilo) (PMMA) se entiende en particular homopolímero y copolímeros de poli(metacrilato de metilo) a base de metacrilato de metilo con el porcentaje de metacrilato de metilo de más del 70 % en peso. Tales poli(metacrilatos de metilo) se encuentran disponibles, por ejemplo, con los nombres comerciales *Degalan®, Degacryl®, Plexyglas®, Acrylite®* (empresa Evonik), *Altuglas, Oroglas* (empresa Arkema), *Flvacite®, Colacryl®, Lucite®* (empresa Lucite) y, entre otros, con los nombres *Acrylglas, Conacryl, Deglas, Diakon, Friacryl, Hesaglas, Limacryl, PerClax* y *Vitroflex*.

En una forma de realización ventajosa adicional, se prefieren homopolímeros y/o copolímeros de PMMA del 70 % en

peso al 99,5 % en peso de metacrilato de metilo y del 0,5 % en peso al 30 % en peso de acrilato de metilo. Se prefieren especialmente los homopolímeros y copolímeros de PMMA del 90 % en peso al 99,5 % en peso de metacrilato de metilo y del 0,5 % en peso al 10 % en peso de acrilato de metilo. Las temperaturas de reblandecimiento Vicat VET (norma ISO 306) pueden encontrarse en el intervalo de al menos 90 °C, preferentemente de ≥ 100 °C a ≤ 115 °C.

Se prefieren especialmente homopolímeros y copolímeros de PMMA con un peso molecular Mw de más de 150.000 y de manera muy especialmente preferida con un peso molecular Mw de más de 200.000.

La determinación del peso molecular Mw puede tener lugar, por ejemplo, por cromatografía de permeación en gel o por el procedimiento de luz dispersa (véase, por ejemplo, B. H. F. Mark et al., Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2ª edición, volumen 10, página 1 y siguientes., J. Wiley, 1989).

El polímero es una parte esencial del agente de revestimiento de acuerdo con la invención y del revestimiento de acuerdo con la invención. El porcentaje del polímero termoplástico lineal asciende al menos al 30 % en peso en el porcentaje sólido del agente de revestimiento. Se prefiere especialmente el 40 % en peso, se prefiere muy especialmente el 45 % en peso

Como componente (b) del agente de revestimiento de acuerdo con la invención, como diluyentes reactivos pueden utilizarse preferentemente monómeros acrílicos y/o metacrílicos bifuncionales, trifuncionales, tetrafuncionales, pentafuncionales o hexafuncionales. Preferentemente, se trata de funcionalidades éster, en particular funcionalidades de éster acrílico. Los ésteres de ácido acrílico y/o metacrílico polifuncionales adecuados se derivan de compuestos polihidroxilados alifáticos con al menos 2, preferentemente al menos 3 y de manera especialmente preferente al menos 4 grupos hidroxi y preferentemente de 2 a 12 átomos de carbono.

Ejemplos de tales compuestos polihidroxilados alifáticos son etilenglicol, propilenglicol, butanodiol-1,4, hexanodiol-1,6, dietilenglicol, trietilenglicol, glicerol, trimetilolpropano, pentaeritritol, dipentaeritritol, tetrametiloletano y sorbitán. Ejemplos de monómeros acrílicos y/o metacrílicos de bi- a hexafuncionales adecuados para diluyentes reactivos de acuerdo con la invención, preferentemente ésteres de dichos compuestos polihidroxilados son diacrilato y dimetacrilato de glicol, diacrilato o dimetacrilato de butanodiol, diacrilato o dimetacrilato de dimetilolpropano, diacrilato o dimetacrilato de dietilenglicol, divinilbenceno, triacrilato o trimetacrilato de trimetilolpropano, triacrilato o trimetacrilato de glicerol, tetraacrilato o tetrametacrilato de pentaeritritol, penta/hexaacrilato de dipentaeritritol (DPHA), tetraacrilato o tetrametacrilato de 1,2,3,4-butanotetraol, tetraacrilato o tetrametacrilato de tetrametiloletano, 1,3-tetraacrilato o tetrametacrilato de 2,2-dihidroxipropanodiol, dimetacrilato de diuretano (UDMA), tetra-, penta- o hexaacrilato de sorbitán o los metacrilatos correspondientes. Pueden usarse conjuntamente también mezclas de monómeros reticulantes con dos a cuatro o más grupos etilénicamente insaturados, polimerizables por radicales.

Además, de acuerdo con la invención, como diluyente reactivo o como componente b) del agente de revestimiento de acuerdo con la invención pueden usarse di-, tri-, tetra-, penta- y hexacrilatos o -metacrilatos alcoxilados. Ejemplos de diacrilatos o metacrilatos alcoxilados son diacrilato de metanodiol alcoxilado, preferentemente etoxilado, dimetacrilato de metanodiol, diacrilato de glicerol, dimetacrilato de glicerol, diacrilato de neopentilglicol, dimetacrilato de neopentilglicol, diacrilatos de 2-butil-2-etil-1,3-propanodiol, dimetacrilatos de 2-butil-2-etil-1,3-propanodiol, diacrilato de trimetilolpropano o dimetacrilato de trimetilolpropano. Ejemplos de triacrilatos o metacrilatos alcoxilados son triacrilato de pentaeritritol alcoxilado, preferentemente etoxilado, trimetacrilato de pentaeritritol, triacrilato de glicerol, trimetacrilato de glicerol, triacrilato de 1,2,4-butanotriol, trimetacrilato de 1,2,4-butanotriol, triacrilato de trimetilolpropano, trimetacrilato de trimetilolpropano, diacrilato de triciclodecano, dimetacrilato de triciclodecanodimetanol, tetraacrilato de ditrimetilolpropano o tetrametacrilato de ditrimetilolpropano.

Ejemplos de tetra-, penta- o hexaacrilatos alcoxilados, son tetraacrilato de pentaeritritol alcoxilado, preferentemente etoxilado, tetraacrilato de dipentaeritritol, pentaacrilato de dipentaeritritol, hexaacrilato de dipentaeritritol, tetrametacrilato de pentaeritritol, tetrametacrilato de dipentaeritritol, pentametacrilato de dipentaeritritol o hexametacrilato de dipentaeritritol.

En los diacrilatos o -metacrilatos alcoxilados, triacrilatos o -metacrilatos, tetraacrilatos o -metacrilatos, pentaacrilatos o -metacrilatos y/o hexaacrilatos o -metacrilatos alcoxilados del componente b) todos los grupos acrilato o grupos metacrilato o solo una parte de los grupos acrilato o grupos metacrilato en el monómero respectivo pueden estar unidos a través de grupos de óxido de alquileno al resto correspondiente. Pueden utilizarse también mezclas discrecionales de tales di-, tri-, tetra-, penta- o hexaacrilatos o -metacrilatos alcoxilados total o parcialmente. A este respecto, también es posible que el/los grupo(s) acrilato o metacrilato estén unidos a través de varios grupos de óxido de alquileno consecutivos, preferentemente grupos de óxido de etileno al resto alifático, cicloalifático o aromático del monómero. El número medio de grupos de óxido de alquileno u óxido de etileno en el monómero se indica por el grado de alcoxilación o grado de etoxilación. El grado de alcoxilación o grado de etoxilación puede ascender preferentemente a de 2 a 25, se prefieren especialmente grados de alcoxilación o grados de etoxilación de 2 a 15, de manera muy especialmente preferente de 3 a 9.

Asimismo, de acuerdo con la invención, como diluyente reactivo o como componente b) del agente de revestimiento de acuerdo con la invención, pueden servir oligómeros que pertenecen a la clase de acrilatos de uretano alifáticos o de los acrilatos de poliéster o poliacrilacrilatos. Su uso como aglutinantes de pintura es conocido y se describe en

Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints, vol. 2 (1991, SITA Technology, Londres (P.K.T: Oldring (Ed.) en las páginas 73-123 (Urethane Acrylates) o páginas 123-135 (Polyester Acrylates). Se encuentran comercialmente disponibles y son adecuados en el sentido de acuerdo con la invención, por ejemplo, acrilatos de uretano alifáticos tales como Ebecryl® 4858, Ebecryl® 284, Ebecryl® 265, Ebecryl® 264, Ebecryl® 8465, Ebecryl® 8402 (fabricante, en cada caso, Cytec Surface Specialties), Craynor® 925 de Cray Valley, Viaktin® 6160 de Vianova Resin, Desmolux VP LS 2265 de Bayer MaterialScience AG, Photomer 6891 de Cognis o también acrilatos de uretano alifáticos disueltos en diluyentes reactivos tales como Laromer® 8987 (al 70 % en diacrilato de hexanodiol) de BASF AG, Desmolux U 680 H (al 80 % en diacrilato de hexanodiol) de Bayer MaterialScience AG, Craynor® 945B85 (85 % en diacrilato de hexanodiol), Ebecryl® 294/25HD (75 % en diacrilato de hexanodiol), Ebecryl® 8405 (80 % en diacrilato de hexanodiol), Ebecryl® 4820 (65 % en diacrilato de hexanodiol) (fabricante, en cada caso, Cytec Surface Specialties) y Craynor® 963B80 (80 % en diacrilato de hexanodiol), en cada caso, de Cray Valley o también acrilatos de poliéster tales como Ebecryl® 810, 830 o poliacrilacrilatos tales como Ebecryl®, 740, 745, 767 o 1200 de Cytec Surface Specialities.

En una forma de realización preferida adicional, el diluyente reactivo (b) comprende diacrilatos y/o dimetacrilatos alcoxilados, triacrilatos y/o trimetacrilatos alcoxilados, tetraacrilatos y/o tetrametacrilatos alcoxilados, pentaacrilatos y/o pentametacrilatos alcoxilados, hexaacrilatos y/o hexametacrilatos alcoxilados, acrilatos de uretano alifáticos, acrilatos de poliéster, poliacrilacrilatos y mezclas de los mismos.

También de acuerdo con la invención son mezclas de tales monómeros multifuncionales reticulantes y monómeros monofuncionales (tales como metacrilato de metilo). El porcentaje de los monómeros polifuncionales en una mezcla de este tipo no será inferior al 20 % en peso.

El componente (b) es una parte esencial del agente de revestimiento de acuerdo con la invención y del revestimiento de acuerdo con la invención. El porcentaje del componente (b) en total en el porcentaje sólido del agente de revestimiento asciende al menos al 30 % en peso. Se prefiere especialmente el 40 % en peso, se prefiere muy especialmente el 45 % en peso

El contenido de grupos etilénicamente insaturados tiene una influencia significativa en las propiedades de resistencia alcanzables del revestimiento curado por radiación. Por lo tanto, el agente de revestimiento de acuerdo con la invención contiene un contenido de grupos etilénicamente insaturados de al menos 3,0 moles por kg de contenido de sólidos del agente de revestimiento, preferentemente al menos 3,5 moles por kg, de manera especialmente preferente al menos 4,0 moles por kg de contenido de sólidos del agente de revestimiento. Este contenido de grupos etilénicamente insaturados también es bien conocido por el experto en la materia bajo el término densidad de dobles enlaces.

Por los fotoiniciadores de la presente invención se entienden los compuestos habituales, comercialmente disponibles tales como, por ejemplo, α-hidroxicetonas, benzofenona, α,α-dietoxiacetofenona, 4,4-dietilaminobenzofenona, 2,2-dimetoxi-2-fenilacetofenona, 4-isopropilfenil-2-hidroxi-2-propilcetona, 1-hidroxiciclohexilfenilcetona, p-dimetilaminobenzoato de isoamilo, 4-dimetilaminobenzoato de metilo, o-benzoilbenzoato de metilo, benozína, etil éter de benzoína, propil éter de benzoína, butil éter de benzoína, 2-hidroxi-2-metil-1-fenilpropano-1-ona, 2-isopropiltioxantona, dibenzosuberona, óxido de 2,4,6-trimetilbenzoildefenilfosfina, óxido de bisacilfosfina y otros, pudiendo usarse los fotoiniciadores mencionados solos o en combinación de dos o más o en combinación con uno de los iniciadores de polimerización anteriores.

Como fotoiniciadores UV se utilizan, por ejemplo, los tipos IRGACURE® de BASF, así, por ejemplo, los tipos IRGACURE® 184, IRGACURE® 500, IRGACURE® 1173, IRGACURE®2959, IRGACURE® 745, IRGACURE® 651, IRGACURE® 369, IRGACURE® 907, IRGACURE® 1000, IRGACURE® 1300, IRGACURE® 819, IRGACURE® 819DW, IRGACURE® 2022, IRGACURE® 2100, IRGACURE® 784, IRGACURE® 250, asimismo, se utilizan los tipos DAROCUR® de BASF, así, por ejemplo, los tipos DAROCUR® MBF, DAROCUR® 1173, DAROCUR® TPO, DAROCUR® 4265. Entre otros, se utilizan los fotoiniciadores UV adicionales, por ejemplo, Esacure One (empresa Lamberti).

Los fotoiniciadores están contenidos en el agente de revestimiento en el intervalo de ≥ 0,1 a ≤ 10 partes en peso del contenido de sólidos del agente de revestimiento.

Además, el agente de revestimiento contiene uno o más disolventes orgánicos más allá del porcentaje sólido de las 100 partes en peso de los componentes a) a c). Tales disolventes orgánicos pueden, por ejemplo, seleccionarse del grupo que contiene disolventes aromáticos, tales como, por ejemplo, xileno o tolueno, cetonas, tales como acetona, 2-butanona, metil-isobutilcetona, diacetonalcohol, alcoholes, tales como, por ejemplo, metanol, etanol, i-propanol, butanol, 1-metoxi-2-propanol, éteres, tales como, por ejemplo, 1,4-dioxano, n-propil éter de etilenglicol, o ésteres, tales como éster etílico de ácido acético, éster butílico de ácido acético, acetato de 1-metoxi-2-propilo o mezclas que contienen estos disolventes.

Se prefieren etanol, i-propanol, butanol, éster etílico de ácido acético, éster butílico de ácido acético, 1-metoxi-2-propanol, diacetonalcohol, xileno o tolueno así como mezclas de los mismos. Se prefieren especialmente i-propanol, butanol, éster etílico de ácido acético, éster butílico de ácido acético, 1-metoxi-2-propanol, diacetonalcohol y sus

mezclas. Se prefieren muy especialmente 1-metoxi-2-propanol y diacetonalcohol, en particular 1-metoxi-2-propanol.

El agente de revestimiento de la presente invención contiene preferentemente, además del porcentaje sólido, con las 100 partes en peso de los componentes a) a c), de 0 a 900 partes en peso, de manera especialmente preferente de 0 a 850 partes en peso, de manera muy especialmente preferente de 200 a 800 partes en peso de al menos un disolvente orgánico.

Además, el agente de revestimiento de acuerdo con la presente invención puede contener opcionalmente uno o más aditivos de pintura adicionales además de las 100 partes en peso de los componentes a) a c). Tales aditivos de pintura pueden seleccionarse, por ejemplo, del grupo que contiene estabilizadores, agentes de nivelación, aditivos de superficie, pigmentos, colorantes, nanopartículas inorgánicas, agentes adherentes, absorbentes UV, absorbentes IR, preferentemente del grupo que contiene estabilizadores, agentes de nivelación, aditivos de superficie y nanopartículas inorgánicas. El agente de revestimiento de acuerdo con la presente invención puede contener, en formas de realización preferidas, además de las 100 partes en peso de los componentes a) a c), de 0 a 35 partes en peso, de manera especialmente preferente de 0 a 30 partes en peso, de manera muy especialmente preferente de 0,1 a 20 partes en peso de al menos un aditivo de pintura adicional. La cantidad total de todos los aditivos de pintura contenidos en la composición de pintura asciende preferentemente a de 0 a 20 partes en peso, de manera especialmente preferente de 0 a 10 partes en peso, de manera muy especialmente preferente de 0,1 a 10 partes en peso.

El agente de revestimiento puede contener nanopartículas inorgánicas para aumentar la resistencia mecánica, tal como, por ejemplo, la resistencia al rayado y/o la dureza al lápiz.

Como nanopartículas se tienen en cuenta óxidos inorgánicos, óxidos mixtos, hidróxidos, sulfatos, carbonatos, carburos, boruros y nitruros de elementos del grupo principal II a IV y/o elementos del grupo secundario I a VIII del sistema periódico, incluidos los lantánidos. Nanopartículas preferidas son nanopartículas de óxido de silicio, de óxido de aluminio, de óxido de cerio, de óxido de circonio, de óxido de niobio, de óxido de zinc p de óxido de titanio, se prefieren especialmente las nanopartículas de óxido de silicio.

Las partículas utilizadas presentan preferentemente tamaños de partícula medios (medidos por medio de dispersión de luz dinámica en dispersión determinada como el valor medio Z) de menos de 200 nm, preferentemente de 5 a 100 nm, de manera especialmente preferente de 5 a 50 nm. Preferentemente, al menos el 75 %, de manera especialmente preferente al menos el 90 %, de manera muy especialmente preferente, al menos el 95 % de todas las nanopartículas utilizadas, presentan los tamaños definidos anteriormente.

El agente de revestimiento se puede preparar de manera sencilla, primero disolviendo completamente el polímero en el disolvente a temperatura ambiente o a temperaturas elevadas y luego agregando los otros componentes obligatorios y dado el caso componentes opcionales, o bien en ausencia de disolvente(s) a la solución enfriada a temperatura ambiente y mezclándose entre sí mediante agitación o en presencia de disolvente(s), por ejemplo, en el/los disolvente(s) y mezclándose entre sí por agitación. Preferentemente, el fotoiniciador se disuelve primero en el o los disolventes y luego se añaden los componentes adicionales. Dado el caso, a continuación tiene lugar una purificación por medio de filtración, preferentemente por medio de filtración fina.

Otro objeto de la presente invención es, por lo tanto, un procedimiento para producir un agente de revestimiento, que comprende disolver los componentes (a), (b), y (c) en el al menos un disolvente, en el que (a), (b) y (c) se disuelven al mismo tiempo, o primero se disuelve (a) y entonces se disuelven (b) y/o (c), o (a), (b) y (c) se disuelven por separado uno de otro en al menos un disolvente y entonces se reúnen las soluciones.

En una forma de realización preferida, en primer lugar se disuelve (a) calentando en al menos un disolvente y después se añaden (b) y (c) al mismo.

Por consiguiente, las composiciones de revestimiento de acuerdo con la invención son particularmente adecuadas para revestir superficies de sustratos, tales como, por ejemplo, plásticos, madera o vidrio, en particular de superficies de plástico. Debido a su alta transparencia, los revestimientos de acuerdo con la invención también pueden utilizarse en particular en plásticos transparentes, preferentemente termoplásticos transparentes tales como policarbonato, poliacrilato o poli(met)acrilato, polisulfonas, poliésteres, poliuretano y poliestireno termoplástico así como sus copolímeros y mezclas (combinaciones). Termoplásticos adecuados son, por ejemplo, poliacrilatos, poli(met)acrilatos (por ejemplo, PMMA; por ejemplo, Plexiglas® de la empresa Röhm), copolímeros de cicloolefina (COC; por ejemplo, Topas® de la empresa Ticona; Zenoex® de la empresa Nippon Zeon o Apel® de la empresa Japan Synthetic Rubber), polisulfonas (Ultrason® de BASF o Udel® de la empresa Solvay), poliésteres, tales como PET o PEN, policarbonato (PC), combinaciones de policarbonato/poliéster, por ejemplo, PC/PET, policarbonato/policiclohexilmetanolciclohexanodicarboxilato (PCCD; Xylecs® de la empresa GE), policarbonato/PBT y mezclas de los mismos.

Preferentemente se utilizan policarbonatos o copolicarbonatos, y en particular se utilizan preferentemente en forma de una lámina.

Preferentemente se utilizan láminas de policarbonato o copolicarbonato con una capa coextruida de poli(met)acrilato.

Otro objeto de la presente invención es un procedimiento para producir una capa protectora, que comprende las etapas

(i) revestir un sustrato seleccionado del grupo que consiste en piezas de plástico, láminas de plástico, madera, papel y superficies de metal con un agente de revestimiento, que comprende

(A) al menos un polímero termoplástico con un peso molecular medio Mw de al menos 100.000 g/mol en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;

(b) al menos un diluyente reactivo curable por UV en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;

(c) al menos un fotoiniciador en un contenido de ≥ 0,1 a ≤ 10 partes en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento; y

(d) al menos un disolvente orgánico,

en el que el porcentaje de grupos etilénicamente insaturados asciende a al menos 3 moles por kg del porcentaje sólido del agente de revestimiento;

(ii) secar el revestimiento;

(iii) dado el caso, recortar, deslaminar, imprimir y/o conformar de manera térmica o mecánica el sustrato; y

(iv) irradiar el revestimiento con radiación actínica, a este respecto, curar el revestimiento.

El procedimiento se describe a continuación a modo de ejemplo por medio del sustrato especialmente preferido, una lámina, en particular lámina que comprende un polímero termoplástico tal como, en particular, policarbonato. Revestir la lámina con el agente de revestimiento puede tener lugar a este respecto según los procedimientos habituales de revestimiento de láminas con agentes de revestimiento líquidos, tales como, por ejemplo, mediante aplicación con rasqueta, pulverización, colada, inundación, inmersión, rociado, laminación o revestimiento por rotación. El procedimiento de inundación puede realizarse manualmente con manguera o cabezal de revestimiento adecuado, o automáticamente pasando a través de robots de barnizado por inundación y, dado el caso, toberas ranuradas. Se da preferencia a una aplicación del agente de revestimiento a través de una transferencia de rollo a rollo. La superficie de la lámina a recubrir puede tratarse previamente a este respecto mediante limpieza o activación.

El secado sigue a la aplicación del agente de revestimiento sobre la lámina. Para este propósito, se trabaja en particular con temperaturas elevadas en hornos y con aire en movimiento y dado el caso también deshumidificado como en hornos de convección o por secadores de chorro así como radiación de calor como IR y/o NIR. Además pueden emplearse microondas. Es posible y ventajoso combinar varios de estos procedimientos de secado. El secado del revestimiento en la etapa (ii) comprende preferentemente la ventilación a temperatura ambiente y/o temperatura elevada, tal como preferentemente a 20 - 200 °C, de manera especialmente preferente a 40 - 120 °C. Después del secado del revestimiento, este es antiadherente, de modo que el sustrato revestido, en particular la lámina revestida, puede laminarse, imprimirse y/o conformarse térmicamente. En particular, a este respecto se prefiere la conformación, dado que, en este caso, la forma de un procedimiento de moldeo por inserción de película para producir una pieza de plástico tridimensional ya puede predeterminarse conformando una lámina revestida.

Ventajosamente, las condiciones para el secado se seleccionan de modo que no se desencadena la polimerización (reticulación) de los grupos acrilato o metacrilato por la temperatura elevada y/o la radiación térmica, dado que esto puede afectar la conformabilidad. Además, la temperatura alcanzada como máximo debe elegirse convenientemente de manera que sea tan baja que la lámina no se conforme de manera incontrolada.

Después de la etapa de secado/curado, la lámina revestida puede enrollarse, dado el caso después de la laminación con una lámina protectora sobre el revestimiento. El enrollado puede tener lugar sin que se produzca el pegado del revestimiento con la parte posterior de la lámina de sustrato o la lámina de laminación. Pero también es posible recortar la lámina revestida y alimentar los recortes individualmente o como una pila para su posterior procesamiento.

Por curado con radiación actínica se entiende la polimerización por radicales de dobles enlaces carbono-carbono etilénicamente insaturados por medio de radicales iniciadores, que se liberan por irradiación con radiación actínica, por ejemplo, de los fotoiniciadores descritos anteriormente.

El curado por radiación tiene lugar preferentemente por la acción de radiación de alta energía, es decir, radiación UV o la luz del día, por ejemplo, luz de la longitud de onda de ≥ 200 nm a ≤ 750 nm, o por irradiación con electrones de alta energía (radiación electrónica, por ejemplo, de ≥ 90 keV a ≤ 300 keV). Como fuentes de radiación para la luz o luz UV sirven, por ejemplo, lámparas de vapor de mercurio de media o alta presión, en donde el vapor de mercurio puede modificarse al doparse con otros elementos tales como galio o hierro. Láser, lámparas pulsadas (conocidas como lámparas de flash UV), lámparas halógenas o radiadores de excímero pueden utilizarse igualmente. Los radiadores se pueden instalar inmóviles, de modo que el material a irradiar se pase por la fuente de radiación por medio de un dispositivo mecánico, o los radiadores pueden ser móviles, y el material a irradiar no cambia su ubicación durante el curado. La dosis de radiación para el curado UV, que generalmente es suficiente para la reticulación, se encuentra en

el intervalo de ≥ 80 mJ/cm^2 a ≤ 5000 mJ/cm^2.

En una forma de realización preferida, la radiación actínica es, por lo tanto, luz en el intervalo de la luz UV.

Dado el caso, la irradiación puede llevarse a cabo también con exclusión de oxígeno, por ejemplo, bajo atmósfera de gas inerte o atmósfera reducida en oxígeno. Como gases inertes son adecuados preferentemente nitrógeno, dióxido de carbono, gases nobles o gases de combustión. Además, la irradiación puede tener lugar cubriéndose el revestimiento con medios transparentes a la radiación. Ejemplos de ello son láminas de plástico, vidrio o líquidos tales como agua.

En función de la dosis de radiación y las condiciones de curado, han de variarse y optimizarse el tipo y la concentración del iniciador usado dado el caso de una manera conocida por el experto en la materia o mediante ensayos previos orientativos. Para el curado de las láminas conformadas, es especialmente ventajoso llevar a cabo el curado con varios radiadores, cuya disposición ha de seleccionarse de modo que cada punto del revestimiento obtenga en la medida de lo posible la dosis óptima para el curado y la intensidad de radiación. En particular, se deben evitar las zonas no irradiadas (zonas de sombra).

Además, puede ser ventajoso dependiendo de la lámina utilizada, seleccionar las condiciones de irradiación de modo que la carga térmica de la lámina no sea demasiado grande. En particular, las láminas delgadas así como las láminas de materiales con baja temperatura de transición vítrea, pueden tender a conformarse sin control, cuando mediante la irradiación se supera una temperatura determinada. En estos casos es ventajoso mediante filtros o tipo constructivo adecuado de los radiadores, dejar actuar la menor cantidad posible de radiación infrarroja sobre el sustrato. Además, al reducir la dosis de radiación correspondiente puede contrarrestarse la conformación no controlada. A este respecto, ha de observarse que una dosis e intensidad determinadas de irradiación son necesarias para una polimerización lo más completa posible. Es particularmente ventajoso en estos casos curar en condiciones inertes o reducidas en oxígeno, dado que con la reducción del porcentaje de oxígeno en la atmósfera por encima del revestimiento, disminuye la dosis necesaria para el curado.

Para el curado se emplean de manera especialmente preferente radiadores de mercurio en instalaciones fijas. Los fotoiniciadores se utilizan entonces en concentraciones de ≥ 0,1 % en peso a ≤ 10 % en peso, de manera especialmente preferente de ≥ 0,2 % en peso a ≤ 3,0 % en peso, con respecto a los sólidos del revestimiento. Para el curado de estos revestimientos, se utiliza preferentemente una dosis de ≥ 80 mJ/cm^2 a ≤ 5000 mJ/cm^2.

Otro objeto de la presente invención se refiere por lo tanto a un sustrato revestido, que puede obtenerse mediante un procedimiento que comprende las etapas

(i) revestir un sustrato seleccionado del grupo que consiste en piezas de plástico, láminas de plástico, madera, papel y superficies de metal con un agente de revestimiento, que comprende

(a) al menos un polímero termoplástico con un peso molecular medio Mw de al menos 100.000 g/mol en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;

(b) al menos un diluyente reactivo curable por UV en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;

(c) al menos un fotoiniciador en un contenido de ≥ 0,1 a ≤ 10 partes en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento; y

(d) al menos un disolvente orgánico,

en el que el porcentaje de grupos etilénicamente insaturados asciende a al menos 3 moles por kg del porcentaje sólido del agente de revestimiento;

(ii) secar el revestimiento;

(iii) dado el caso, recortar, deslaminar, imprimir y/o conformar de manera térmica o mecánica el sustrato; y

(iv) irradiar el revestimiento con radiación actínica, a este respecto, curar el revestimiento.

En una forma de realización preferida, el sustrato es una lámina, en particular una lámina de policarbonato.

La superficie revestida de la lámina curada, revestida y dado el caso conformada resultante, muestra muy buenas resistencias frente a disolventes, líquidos colorantes, como están presentes en el hogar, así como alta dureza, buenas resistencias al rayado y a la abrasión con alta transparencia óptica.

Tales láminas pueden utilizarse, por ejemplo, para la producción de cuerpos moldeados, que presentan elementos estructurales con radios de curvatura muy pequeños. Los revestimientos presentan después del curado una buena resistencia a la abrasión y resistencia química.

La lámina a utilizar de acuerdo con la invención tiene ventajosamente además de la resistencia general requerida, principalmente la conformabilidad térmica necesaria. Por lo tanto, son adecuados en principio en particular polímeros termoplásticos tales como ABS, AMMA, ASA, CA, CAB, EP, UF, CF, MF, MPF, PF, PAN, PA, PE, HDPE, LDPE, LLDPE, PC, PET, PMMA, PP, PS, SB, PUR, PVC, RF, SAN, PBT, PPE, POM, PP-EPDM, y UP (abreviaturas según la norma DIN 7728T1), así como sus mezclas, además, láminas compuestas formadas por dos o más capas de estos plásticos. En general, las láminas que se usarán de acuerdo con la invención pueden contener también fibras o tejidos de refuerzo, siempre que estos no perjudiquen la conformación termoplástica deseada.

Son especialmente adecuados los poliuretanos termoplásticos, poli(metacrilato de metilo) (PMMA), así como variantes modificadas de PMMA, además policarbonato (PC), ASA, PET, PP, PP-EPDM y ABS. El preferido de estos es policarbonato y su coextruido de lámina con poli(metacrilato de metilo). Se prefiere muy especialmente policarbonato.

Policarbonatos adecuados para la producción de la composición de plástico a utilizar de acuerdo con la invención como sustrato son todos los policarbonatos conocidos. Estos son homopolicarbonatos, copolicarbonatos y poliestercarbonatos termoplásticos. Los policarbonatos adecuados tienen preferentemente pesos moleculares medios M_w de 18.000 a 40.000, preferentemente de 26.000 a 36.000 y en particular de 28.000 a 35.000, determinado midiendo la viscosidad en disolución relativa en diclorometano o en mezclas de cantidades en peso iguales de fenol/o-diclorobenceno calibrado por dispersión de luz.

La producción de los policarbonatos se realiza preferentemente según el procedimiento de interfase o el procedimiento de transesterificación por fusión, que se describen de diversas maneras en la bibliografía. Para el procedimiento de interfase, se remite, a modo de ejemplo, a H. Schnell, Chemistry and Physics of Polycarbonates, Polymer Reviews, volumen 9, Interscience Publishers, Nueva York 1964 página 33 y siguientes, a Polymer Reviews, volumen 10, "Condensation Polymers by Interfacial and Solution Methods", Paul W. Morgan, Interscience Publishers, Nueva York 1965, capítulo VIII, pág. 325, a Dres. U. Grigo, K. Kircher y P. R-Müller "Polycarbonate" in Becker/Braun, Kunststoff-Handbuch, volumen 3/1, Polycarbonate, Polyacetale, poliésteres, Celluloseester, editorial Carl Hanser, Múnich, Viena 1992, pág. 118-145, así como al documento EP-A 0 517 044. El procedimiento de transesterificación por fusión está descrito, por ejemplo, en "Encyclopedia of Polymer Science", vol. 10 (1969), Chemistry and Physics of Polycarbonates, Polymer Reviews, H. Schnell, volumen 9, John Wiley and Sons, Inc. (1964), así como a los documentos de patente DE-B 10 31 512 y US-B 6 228 973.

Los policarbonatos se obtienen a partir de reacciones de compuestos de bisfenol con compuestos de ácido carbónico, en particular fosgeno, o en el caso del procedimiento de transesterificación por fusión, carbonato de difenilo o carbonato de dimetilo. En este sentido, son especialmente preferentes homopolicarbonatos a base de bisfenol A y copolicarbonatos a base de los monómeros bisfenol A y 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetilciclohexano. Otros compuestos de bisfenol, que se pueden utilizar para la síntesis de policarbonato, se describen, entre otros, en los documentos WO-A 2008037364, EP-A 1 582 549, WO-A 2002026862, WO-A 2005113639

Los policarbonatos pueden ser lineales o ramificados. También pueden utilizarse mezclas de policarbonatos ramificados y no ramificados.

Los agentes de ramificación adecuados para policarbonatos se conocen de la bibliografía y se describen, por ejemplo, en los documentos de patente US-B 4 185 009, DE-A 25 00 092, DE-A 42 40 313, DE-A 19 943 642, US-B 5 367 044 así como en la bibliografía citada en los mismos. Aparte de eso, los policarbonatos usados también pueden estar ramificados intrínsecamente, no añadiéndose en este caso ningún ramificador en el contexto de la preparación de policarbonato. Un ejemplo de ramificaciones intrínsecas son las denominadas estructuras de Fries, como las que se revelan en el documento EP-A 1 506 249 para policarbonatos de masa fundida.

Además, en la preparación de policarbonato pueden utilizarse interruptores de cadena. Como interruptores de cadena se usan preferentemente fenoles tales como fenol, alquilfenoles tales como cresol y 4-*terc*-butilfenol, clorofenol, bromofenol, cumilfenol o sus mezclas.

La(s) composición/composiciones plástica(s) de la capa de sustrato o de las capas de sustrato pueden contener adicionalmente aditivos, tales como absorbentes UV, absorbentes IR y otros adyuvantes de procesamiento habituales, en particular agentes de desmoldeo y agentes de flujo, así como estabilizadores habituales, en particular estabilizadores térmicos y agentes antiestáticos, pigmentos, colorantes y blanqueantes ópticos. En cada capa pueden estar presentes diferentes aditivos o concentraciones de aditivos.

La lámina o también placa se usa preferentemente en un grosor de ≥ 10 µm a ≤ 1500 µm, más preferentemente de ≥ 50 µm a ≤ 1000 µm, y de manera especialmente preferente de ≥ 200 µm a ≤ 400 µm. Además, el material de la lámina puede contener aditivos y/o adyuvantes de proceso para la producción de láminas, tales como, por ejemplo, estabilizadores, agentes fotoprotectores, plastificantes, materiales de relleno tales como fibras y colorantes. El lado previsto para el revestimiento, así como el otro lado de la lámina, puede ser liso o tener una estructura superficial, prefiriéndose una superficie lisa del lado a revestir.

En una forma de realización, la lámina es una lámina de policarbonato con un grosor de ≥ 10 µm a ≤ 1500 µm. Entre estos se incluye asimismo una lámina de policarbonato con los aditivos y/o adyuvantes de proceso mencionados anteriormente. El grosor de la lámina también ascender a ≥ 50 µm a ≤ 1000 µm o de ≥ 200 µm a ≤ 400 µm.

En una forma de realización preferida adicional, la lámina de sustrato es una lámina de policarbonato con al menos una capa de PMMA coextruida lateralmente, cuyo grosor está en el intervalo de ≥ 10 µm y ≤ 100 µm, preferentemente en el intervalo de ≥ 15 µm y ≤ 60 µm.

La lámina puede estar revestida en uno o ambos lados, prefiriéndose el revestimiento unilateral. En el caso de un revestimiento unilateral, en la parte posterior de la lámina, es decir, en la superficie, sobre la que no se aplica el agente de revestimiento, puede estar aplicada opcionalmente una capa adhesiva conformable térmicamente. Dependiendo del modo de proceder, son adecuados preferentemente los adhesivos de fusión en caliente o los adhesivos de curado por radiación. Adicionalmente, todavía se puede aplicar una lámina protectora sobre la superficie de la capa adhesiva, que asimismo es térmicamente conformable. Además, es posible equipar la lámina en la parte posterior con materiales de soporte tales como tejidos, que sin embargo deben ser conformables en la medida deseada.

La antiadherencia del revestimiento es para el revestimiento de lámina la primera propiedad, pero muy esencial, solo porque las láminas generalmente se enrollan después del revestimiento. Dependiendo del tamaño del rollo, la presión sobre la superficie del revestimiento, especialmente cerca del núcleo de bobinado, puede ser sustancial. Bajo esta carga, la superficie del revestimiento seco no debe conformarse. Láminas de laminado habituales, que se utilizan industrialmente en esta área, son láminas extruidas de polietileno. Estos siempre tienen una estructura de superficie, que idealmente no debe imprimirse en el revestimiento.

Opcionalmente, la lámina puede pintarse o imprimirse con una o más capas antes o después de la aplicación de la capa curable por radiación. Esto puede hacerse en el lado revestido o no revestido de la lámina. Las capas pueden proporcionar color o una función, aplicarse en toda la superficie o solo parcialmente, por ejemplo como imagen impresa. Las pinturas usadas serán termoplásticas, para no romperse cuando se conforman más tarde. Tintas de impresión, tal como se encuentran disponibles comercialmente para los llamados procedimientos de "decoración en molde", pueden utilizarse.

En una forma de realización, el moldeo de la lámina tiene lugar con el revestimiento secado en una herramienta a una presión de ≥ 20 bar a ≤ 150 bar. La presión en este procedimiento de conformación a alta presión se encuentra preferentemente en un intervalo de ≥ 50 bar a ≤ 120 bar o en un intervalo de ≥ 90 bar a ≤ 110 bar. La presión a aplicar se determina en particular por el grosor de la lámina a formar y la temperatura así como el material de lámina utilizado.

En otra forma de realización, el moldeo tiene lugar a una temperatura de ≥ 20 °C a ≤ 60 °C por debajo de la temperatura de reblandecimiento del material de la lámina. Preferentemente, esta temperatura se encuentra ≥ 30 °C a ≤ 50 °C o ≥ 40 °C a ≤ 45 °C por debajo de la temperatura de reblandecimiento. Este procedimiento, que es comparable a la conformación en frío, tiene la ventaja de que láminas más delgadas, que conducen a una conformación más exacta, pueden usarse. Otra ventaja son tiempos de ciclo más cortos así como una menor carga térmica del revestimiento. Tales temperaturas de conformación se utilizan ventajosamente en combinación con un procedimiento de formación a alta presión.

La presente invención se refiere además al uso de láminas revestidas de acuerdo con la invención para la producción de cuerpos moldeados, tales como en particular en procedimientos de moldeo por inserción de película, tal como se conocen en el estado de la técnica. Las láminas revestidas producidas de acuerdo con la invención son materiales valiosos para la producción de objetos de uso. De este modo, la lámina revestida se puede utilizar en la producción de piezas montadas de vehículos, piezas de plástico tales como paneles para la construcción del vehículo (interior) y/o construcción de aeronaves (interior), construcción de muebles, aparatos electrónicos, aparatos de comunicación, carcasas y objetos decorativos. Por lo tanto, la presente invención se refiere también al uso de las láminas revestidas de acuerdo con la invención así como al agente de revestimiento de acuerdo con la invención en la producción de piezas montadas de vehículos, piezas de plástico tales como paneles para la construcción del vehículo (interior) y/o construcción de aeronaves (interior), construcción de muebles, aparatos electrónicos, aparatos de comunicación, carcasas y objetos decorativos.

En una forma de realización preferida adicional del sustrato revestido, en particular, la lámina revestida, preferentemente, la lámina de policarbonato revestida, el procedimiento comprende una etapa adicional (v) de inyectar a posteriori el sustrato revestido, en particular la lámina de policarbonato revestida con al menos un polímero en el lado no revestido de la lámina de policarbonato. A este respecto, como polímeros se tienen en cuenta todos los polímeros mencionados anteriormente. De esta manera, pueden producirse cuerpos moldeados de manera muy eficiente con la superficie revestida ventajosa, de acuerdo con la invención. Esto es muy ventajoso para las aplicaciones mencionadas anteriormente de la lámina revestida.

Ejemplos:

Métodos de valoración:

Valoración de la antiadherencia

Para simular la antiadherencia de láminas enrolladas, presecadas, los procedimientos de prueba clásicos como los descritos, por ejemplo, en la norma DIN 53150, son insuficientes, por eso se recurrió a la siguiente prueba: Los materiales de revestimiento se aplicaron con una rasqueta comercialmente disponible (grosor de capa húmeda

nominal de 100 µm) sobre Makrofol DE 1-1 (375 µm). Después de una fase de ventilación de 10 min a de 20 °C a 25 °C, las láminas revestidas se secaron durante 10 min a 110 °C en un horno de convección. Después de una fase de enfriamiento de 1 min, se aplicó una lámina de laminación adhesiva comercialmente disponible GH-X173 natur (empresa Bishop u. Klein, Lengerich, Alemania) con un rodillo de plástico sobre una superficie de 100 mm x 100 mm sin arrugas sobre la lámina revestida secada. A continuación, la pieza de lámina laminada se cargó de forma plana con una pesa de 10 kg durante 1 hora. Después, se retiró la lámina de laminación y se valoró visualmente la superficie revestida.

Valoración de la dureza al lápiz

La dureza al lápiz se midió de manera análoga a la norma ASTM D 3363 usando un aparato Elcometer 3086 Scratch boy (Elcometer Instruments GmbH, Aalen, Alemania) con una carga de 500 g, a menos que se indique lo contrario.

Valoración del rayado con lana de acero

Se determina el rayado con la lana de acero, pegándose una lana de acero n.º 00 (Oskar Weil GmbH Rakso, Lahr, Alemania) sobre el extremo plano de un martillo de mecánico de 500 g, ascendiendo el área del martillo a de 2,5 cm x 2,5 cm, es decir, aproximadamente 6,25 cm^2. El martillo se coloca sin presión adicional sobre la superficie a probar, de modo que se consigue una carga definida de aproximadamente 560 g. Entonces se mueve el martillo 10 veces en golpes dobles de un lado a otro. A continuación, la superficie cargada se limpia con un paño suave de residuos de tejido y partículas de pintura. El rayado se caracteriza por valores de turbidez y brillo, medido transversal a la dirección de rayado con el aparato Micro HAZE plus (20° brillo y turbidez; Byk-Gardner GmbH, Geretsried, Alemania). La medición tiene lugar antes y después del rayado. Los valores de diferencia para brillo y turbidez antes y después de la carga se indican como Δbrillo y Δturbidez.

Valoración de la resistencia a disolventes

La resistencia a disolventes de los revestimientos se examinó habitualmente con isopropanol, xileno, acetato de 1-metoxi -2-propilo, acetato de etilo, acetona en calidad técnica. Los disolventes se aplicaron sobre el revestimiento con un bastoncillo de algodón empapado y se protegieron cubriéndolos de la evaporación. Se cumplió, a menos que se indique lo contrario, un tiempo de acción de 60 minutos a aproximadamente 23 °C. Después del final del tiempo de acción, se retira el bastoncillo de algodón y se limpia la superficie de prueba con un paño suave. La inspección tiene lugar visualmente de inmediato y después de un ligero rascado con la uña.

Se diferencian los siguientes niveles:

- 0 = sin cambios; sin cambio visible; no es vulnerable al rascado.
- 1 = ligero hinchamiento visible, pero no vulnerable al rascado.
- 2 = cambio claramente visible, apenas vulnerable al rascado.
- 3 = cambiado notablemente después de la presión firme de la uña, destruido superficialmente.
- 4 = muy alterado después de la presión firme de la uña, rascado hasta el suelo.
- 5 = destruido; incluso al limpiar el producto químico, la pintura se destruye; la sustancia de prueba no puede retirarse (picado).

Dentro de esta valoración, habitualmente se pasa la prueba con los valores característicos 0 y 1. Los valores característicos > 1 representan un "no superado".

Ejemplo 1: Producción de agentes de revestimiento

En una caldera de 15 l se disolvió Degacryl MW 730 (copolímero a base de PMMA, $M_w=10^6$; empresa Evonik) en 1-metoxi-2-propanol a 100 °C (temperatura interna) tal como sigue: Se dispusieron 4500 g de 1-metoxi-2-propanol (2a), y se introdujeron con agitación 1100 g de Degacryl MW 730 (1). Se enjuagó con 2500 g de 1-metoxi-2-propanol (2b). El proceso de disolución duró aproximadamente 4 horas. De esta manera se obtuvo una masa homogénea, clara, incolora y viscosa. Después del proceso de disolución, la preparación se enfrió hasta temperatura ambiente. Se diluyeron por separado 1100 g de penta/hexaacrilato de dipentaeritritol (DPHA empresa Cytec) con 2500 g de 1-metoxi-2-propanol. A temperatura ambiente, esta solución se añadió al aparato y se mezcló durante 2 horas. Se diluyeron 44,0 g de Irgacure 1000 (BASF), 22,0 g de Darocure 4265 (BASF) y 5,5 g de BYK 333 (empresa BYK) por separado con 400 g de 1-metoxi-2-propanol. Al alcanzar una homogeneidad de esta solución, esta se añadió al aparato y se mezcló adecuadamente. La preparación se agitó a continuación durante aproximadamente 6 horas con exclusión de luz. Rendimiento: 11363 g. El agente de revestimiento tenía un contenido de sólidos del 17 % y una viscosidad (23 °C) a 9000 mPas. En el porcentaje de sólidos del agente de revestimiento, el porcentaje del polímero superior así como el porcentaje del diluyente reactivo ascendió en cada caso al 48,4 % en peso. El contenido de los grupos etilénicamente insaturados por kg de contenido de sólidos del agente de revestimiento ascendió aproximadamente a 5,2 moles.

La composición de los agentes de revestimiento adicionales se muestra en las Tablas 1 y 2.

Ejemplo 2: Revestimiento de láminas

El agente de revestimiento correspondiente al Ejemplo 1 se aplica a la lámina portadora por medio de un fundidor de ranura de la empresa "TSE Troller AG", por ejemplo, Makrofol DE 1-1 (Bayer MaterialScience AG, Leverkusen, Alemania).

Las condiciones de aplicación típicas son tal como sigue:

- Velocidad de banda de 1,3 a 2,0 m/min
- Aplicación de pintura húmeda 100 - 150 µm
- Secadora de aire circulante 90 - 110 °C, preferentemente en el intervalo de TG del polímero a secar.
- Tiempo de permanencia en la secadora 3,5 - 5 min.

El revestimiento tiene lugar de rollo a rollo, es decir, que la lámina de policarbonato se desenrolla en la instalación de revestimiento. La lámina se conduce a través de una de las unidades de aplicación mencionadas anteriormente y se carga con la solución de revestimiento. Después, la lámina con el revestimiento húmedo se conduce a través de la secadora. Después de salir de la secadora, el revestimiento ahora seco se dota habitualmente de una lámina de laminación, para protegerlo de la suciedad y los arañazos. Después, la lámina se enrolla de nuevo.

Ejemplo 3: Determinación de la antiadherencia

El lado revestido de la lámina generada en el Ejemplo 2 se cubrió con una lámina de laminación del tipo GH-X 173 A (Bischof + Klein, Lengerich, Alemania) y se cargó durante 1 h a aproximadamente 23 °C con una placa de aluminio en las dimensiones 4,5 x 4,5 cm^2 y una pesa de 2 kg. Después, se retiró la pesa y la lámina de laminación y se inspeccionó visualmente la superficie del revestimiento en busca de cambios.

Para determinar la antiadherencia, se usaron las formulaciones enumeradas en la Tabla 1. La base fueron aglutinantes de poli(metacrilato de metilo) disponibles comercialmente, que se formularon con un diluyente reactivo, fotoiniciadores y aditivos convencionales para dar una solución de revestimiento, que entonces se aplicó sobre una lámina de policarbonato y se secó físicamente.

Tabla 1: Dependencia de la antiadherencia del peso molecular del PMMA

		MW*)	1	2	3	4	5	6	7
Degalan M825	1)	80.000	23,77						
Degalan M345	1)	180.000		19,01					
Degalan M920	1)	300.000			10,45				
Degacryl M547	1)	500.000				11,88			
Degacryl M727	1)	700.000					10,93		
Degacryl MW730	1)	1.000.000						9,00	
Degacryl 6962 F	1)	1.250.000							7,61
1-metoxi-2-propanol			49,98	60,00	78,01	75,00	77,00	81,06	84,00
DPHA**)	2)		23,77	19,01	10,45	11,88	10,93	9,00	7,61
Irgacure 1000	3)		1,90	1,52	0,84	0,95	0,87	0,72	0,61
Darocur 4265	3)		0,48	0,38	0,21	0,24	0,22	0,18	0,15
Byk 333	4)		0,10	0,08	0,04	0,05	0,04	0,04	0,02
antiadherencia			impresión	Correcta	Correcta	Correcta	Correcta	Correcta	Correcta

1) Evonik Industries, Darmstadt, Alemania.
2) DSM-AGI Corp., Taipei, Taiwán
3) BASF AG, Ludwigshafen, Alemania
4) Byk Additives & Instruments, Wesel, Alemania
*) Peso molecular como promedio en peso Mw según las instrucciones del fabricante
**) hexacrilato de dipentaeritritol

La composición de la entrada n.º 1 en la Tabla 1 no se corresponde con la invención y sirve como ejemplo comparativo. Los ensayos en la Tabla 1 muestran así que la antiadherencia de los revestimientos de acuerdo con la invención se obtiene a partir de un peso molecular del poli(metacrilato de metilo) de 100.000 y más.

Ejemplo 4: Curado de los revestimientos, pruebas de las superficies

Los ensayos de conformación de HPF se realizaron en una instalación SAMK 360 (fabricante HDVF Kunststoffmaschinen GmbH). La herramienta se calentó eléctricamente a 100 °C. El calentamiento de lámina se

efectuó mediante radiadores IR a 240-260-280 °C. El tiempo de calentamiento fue de 16 segundos. Se alcanzó una temperatura de lámina de aproximadamente 170 °C. La conformación tuvo lugar a una presión de conformación de 100 bar. La herramienta de conformación era un obturador HL.

El arco de aluminio se fijó en posición sobre una paleta. La paleta pasó por la estación de conformación hasa la zona de calentamiento y permaneció allí durante el tiempo establecido (16 s). La lámina se calentó de modo que la lámina experimentó brevemente una temperatura por encima del punto de reblandecimiento, el núcleo de la lámina era aproximadamente 10-20 °C más frío. De esta manera, la lámina era relativamente estable, cuando se introdujo en la estación de conformación.

En la estación de conformación, la lámina se fijó desplazando la herramienta a lo largo de la herramienta real, al mismo tiempo, la lámina se moldeó sobre la herramienta mediante presión de gas. El tiempo de retención de presión de 7 s aseguró que la lámina se amoldara con precisión a la herramienta. Después del tiempo de espera, la presión de gas se alivió nuevamente. La herramienta se abrió y la lámina conformada se retiró de la estación de conformación.

A continuación se retiró la lámina de la paleta y ahora se pudo curar con luz UV.

Con la herramienta usada, se mostraron radios de hasta 1 mm.

El curado por UV del revestimiento de acuerdo con la invención se realizó con una lámpara de vapor de mercurio a alta presión del tipo evo 7 dr (ssr engineering GmbH, Lippstadt, Alemania). El sistema estaba equipado con reflectores dicroicos y discos de cuarzo y tenía una potencia específica de 160 W/cm. Se aplicó una dosis de UV de 2,0 J/cm^2 y una intensidad de 1,4 W/cm^2. La temperatura de la superficie debe alcanzar > 60 °C.

La dosis de UV se determinó usando un aparato Lightbug ILT 490 (International Light Technologies Inc., Peabody MA, EE. UU.). Los datos de temperatura de la superficie se obtuvieron con tiras de prueba de temperatura de la marca RS (números de pedido 285-936; RS Components GmbH, Bad Hersfeld, Alemania).

Los resultados sobre la resistencia de los revestimientos, que se han reticulado utilizando las condiciones mencionadas, se desprenden de la Tabla 2.

La Tabla 2 resume los ensayos relacionados con la variación del peso molecular del PMMA y la densidad de reticulación, representado conjuntamente por la densidad de dobles enlaces de la formulación de revestimiento. Los experimentos o composiciones de las entradas 1 a 5 en la Tabla no son de acuerdo con la presente invención y sirven como ejemplos comparativos.

Tabla 2: Dependencia de la resistencia del peso molecular del PMMA y del porcentaje del diluyente reactivo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Producto	lámina de policarbonato, Makrofol DE 1-1	Degalan M825, no reticulado	DBD 3 **)	DBD 4	DBD 5,2	DBD 3	DBD 4	DBD 5,2	DBD 3	DBD 4	DBD 5,2
Degalan M825	-	-	27,72	26,77	23,77						
Degalan M345	-	-				24,00	20,84	19,01			
Degalan M920	-	-							11,73	11,89	10,45
Degacryl M547	-	-									
Degacryl M727	-	-									
Degacryl MW730	-	-									
Degacryl 6962 F	-	-									
1-metoxi-2-propanol	-	-	60,00	55,00	49,98	65,34	64,98	60,00	87,96	80,00	78,01
DPHA	-	-	11,09	16,49	23,77	9,63	12,86	19,01	4,71	7,34	10,45
Irgacure 1000	-	-	0,89	1,32	1,90	0,77	1,03	1,52	0,38	0,59	0,84
Darocure 4265			0,22	0,33	0,48	0,19	0,26	0,38	0,09	0,15	0,21
Byk 333	-	-	0,08	0,09	0,10	0,07	0,03	0,08	0,03	0,04	0,04
Resistencia a disolventes IP/X/MPA/EA/Ac *)	5/5/5/5/5	4/4/5/5/5	1/4/4/5/5	0/0/0/1/5	0/0/0/0/0	0/0/0/0/1	0/0/0/0/0	0/0/0/0/0	0/0/0/0/0	0/0/0/0/1	0/0/0/0/0
Rayado con lana de acero Δbrillo/Δturbidez	100/280	120/230	72/285	32/153	3/193	25/121	6/5	6/13	27/130	3/5	2/12
dureza al lápiz	4B	HB	H	H	H	H	H	H	H	H	H

*) Isopropanol / xileno / acetato de 1-metoxi-2-propilo / acetato de etilo / acetona.
**) Densidad de dobles enlaces (DBD) en moles de dobles enlaces por kg de resina sólida

Tabla 2: continuación

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Producto	DBD 4,5	DBD 5,2	DBD 4,5	DBD 5,2	DBD 3	DBD 4	DBD 4,5	DBD 5,2	DBD 4,5	DBD 5,2
Degalan M825										
Degalan M345										
Degalan M920										
Degacryl M547	12,02	11,88								
Degacryl M727			11,48	10,93						
Degacryl MW730					10,39	8,92	9,01	9,00		
Degacryl 6962 F									8,20	7,61
1-metoxi-2-propanol	78,00	75,00	79,01	49,98	85,01	85,00	83,50	81,06	85,01	84,00
DPHA	9,04	11,88	8,63	10,93	4,16	5,50	6,78	9,00	6,17	7,61
Irgacure 1000	0,72	0,95	0,69	0,87	0,33	0,44	0,54	0,72	0,49	0,61
Darocur 4265	0,18	0,24	0,17	0,22	0,08	0,11	0,14	0,18	0,12	0,15
Byk 333	0,04	0,05	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02
Resistencia a disolventes IP/X/MPA/EA/Ac	0/0/0/0/1	0/0/0/0/0	0/0/0/0/1	0/0/0/0/0	0/0/0/0/5	0/0/0/0/1	0/0/0/0/1	0/0/0/0/0	0/0/0/0/1	0/0/0/0/0
Rayado con lana de acero Δbrillo/Δturbidez	1/1	1/2	7/3	2/1	47/196	3/8	5/11	5/5	8/14	5/3
dureza al lápiz	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

La Tabla 2 muestra que la reticulación del PMMA ya causa una mejora significativa en la resistencia a disolventes y el rayado con lana de acero en comparación con PMMA no reticulado. (Columnas 2 - 5)

Sin embargo, incluso con una alta densidad de reticulación, la resistencia al rayado requerida no se puede lograr con un bajo peso molecular. (Columna 5)

Solo un aumento en la masa molar hasta 100.000 g/mol o más conduce a valores significativamente buenos en la resistencia a los disolventes y al rayado (columnas 6 y siguientes). Sin embargo, el ensayo de control en la columna 16 también muestra que incluso con un alto peso molecular es necesaria una densidad de dobles enlaces (DBD) de 4 o superior, para lograr un muy buen nivel de resistencia a disolventes y resistencia al rayado.

Ejemplo 5: Inyección de las láminas revestidas

Los ensayos se llevaron a cabo en una máquina de moldeo por inyección de la empresa Arburg, Tipo Allrounder 560 C 2000-675/350. La máquina tiene un diámetro de tornillo sin fin de 45 mm y como herramienta se utilizó el obturador HL de Bayer. Para el material de inyección se usó un Makrolon 2405 (transparente) del fabricante Bayer MaterialScience AG.

Las láminas conformadas tridimensionalmente (3D), transparentes, se inyectaron con Makrolon (policarbonato, Bayer) con una temperatura de masa de 280 °C. El tiempo de llenado para llenar la herramienta ascendió a 2 s. La temperatura de herramienta se varió. Se pudieron lograr buenos resultados con una temperatura de herramienta en el intervalo de ≥ 80 °C y ≤ 100 °C. Un efecto negativo no existía visualmente a este respecto. El tiempo de mantenimiento ascendió a 12 s y el tiempo de enfriamiento fue de 20 s.

Las láminas se imprimieron en parte también con tinta de serigrafía negra. Para ello se usó un color especial de la empresa Pröll, Noriphan HTR. Noriphan HTR ha sido especialmente desarrollado para el moldeo por inyección de láminas y ha estado en uso desde 1997. Mediante la impresión de fondo se puede generar una decoración sobre la lámina, por otro lado, la pintura también sirve como agente adhesivo para el moldeo posterior con materiales de PC/ABS. Las láminas fueron inyectadas con un aparato Bayblend T 65 XF (Bayer).

Los ensayos han mostrado que las láminas conformadas pueden procesarse sin problemas en el proceso de inyección posterior con distintos materiales, sin dañar la capa de revestimiento duro.

Pudo mostrarse que con los revestimientos de acuerdo con la presente invención, puede conseguirse una excelente combinación de resistencia al rayado, resistencia a disolventes y dureza al lápiz. A este respecto, debe mencionarse en particular la resistencia a disolventes. Acetona, el disolvente más agresivo para Makrofol revestido, casi no tiene efecto sobre el revestimiento de acuerdo con la invención, incluso después de tiempos de acción de una hora (valores característicos en la Tabla 2 de ≤ 1). Esto significa que la resistencia a disolventes, así como la resistencia dada a muchos otros productos químicos tales como cremas, aceites solares y similares para estos revestimientos está al nivel de los mejores revestimientos duros disponibles comercialmente por el momento. Además, los revestimientos sobre láminas son ya suficientemente antiadherentes después del secado, de modo que las láminas revestidas con el agente de revestimiento de acuerdo con la invención pueden enrollarse o incluso conformarse térmicamente después del secado del revestimiento. Esta propiedad en combinación con la superficie resistente al rayado obtenida después del curado, resistente a la abrasión y resistente a disolventes de los revestimientos de acuerdo con la invención hace que el agente de revestimiento de acuerdo con la invención y, láminas termoplásticas revestidas con el mismo, sea especialmente adecuado para su uso en la producción de cuerpos moldeados en el procedimiento de moldeo por inserción de película.

REIVINDICACIONES

1. Agente de revestimiento, que comprende

(a) al menos un polímero termoplástico con un peso molecular medio Mw, determinado por cromatografía de permeación en gel, de al menos 100.000 g/mol en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;
(b) al menos un diluyente reactivo curable por UV en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;
(c) al menos un fotoiniciador en un contenido de ≥ 0,1 a ≤ 10 partes en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento; y
(d) al menos un disolvente orgánico,

en el que el porcentaje de grupos etilénicamente insaturados asciende a al menos 3 moles por kg del porcentaje sólido del agente de revestimiento.

2. Agente de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el al menos un polímero termoplástico presenta una temperatura de reblandecimiento Vicat VET de acuerdo con la norma ISO 306 de al menos 90 °C.

3. Agente de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el al menos un polímero termoplástico se selecciona del grupo que consiste en poli(metacrilato de metilo), poliésteres tales como, en particular, poli(tereftalato de etileno), poli(naftalato de etileno), poli(tereftalato de butileno), resinas de poliéster insaturadas, PVC duro, ésteres de celulosa tales como CA, CAB, CP, poliestireno y copolímeros tales como SAN, SB y MBS, poliacrilonitrilo (PAN), plásticos de ABS, metilmetacrilato de acrilonitrilo (AMMA), acrilonitrilo-estireno-éster acrílico (ASA), poliuretano (PUR), polietileno (PE, PE-HD, -LD, -LLD, -C), polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC) o polietersulfona (PES).

4. Agente de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el polímero termoplástico comprende homopolímeros y/o copolímeros de PMMA del 70 % en peso al 99,5 % en peso de metacrilato de metilo y del 0,5 % al 30 % en peso de acrilato de metilo.

5. Agente de revestimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que el diluyente reactivo (b) comprende monómeros acrílicos y/o metacrílicos bifuncionales, trifuncionales, tetrafuncionales, pentafuncionales o hexafuncionales.

6. Agente de revestimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, en el que el componente (b) comprende diacrilatos y/o dimetacrilatos alcoxilados, triacrilatos y/o trimetacrilatos alcoxilados, tetraacrilatos y/o tetrametacrilatos alcoxilados, pentaacrilatos y/o pentametacrilatos alcoxilados, hexaacrilatos y/o hexametacrilatos alcoxilados, acrilatos de uretano alifáticos, acrilatos de poliéster, poliacrilacrilatos y mezclas de los mismos.

7. Agente de revestimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que el disolvente se selecciona de etanol, i-propanol, butanol, éster etílico de ácido acético, éster butílico de ácido acético, 1-metoxi-2-propanol, diacetonalcohol, xileno, tolueno, así como mezclas de los mismos.

8. Procedimiento para la producción de un agente de revestimiento, que comprende disolver los componentes (a), (b), y (c) en el al menos un disolvente, en el que (a), (b) y (c) se disuelven al mismo tiempo, o primero se disuelve (a) y entonces se disuelven (b) y/o (c), o (a), (b) y (c) se disuelven por separado uno de otro en al menos un disolvente y entonces se reúnen las soluciones.

9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que primero se disuelve (a) calentando en al menos un disolvente y después se añaden (b) y (c) al mismo.

10. Procedimiento para producir una capa protectora, que comprende las etapas

(i) revestir un sustrato seleccionado del grupo que consiste en piezas de plástico, láminas de plástico, madera, papel y superficies de metal con una composición, que comprende

(a) al menos un polímero termoplástico con un peso molecular medio Mw, determinado por cromatografía de permeación en gel, de al menos 100.000 g/mol en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;
(b) al menos un diluyente reactivo curable por UV en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;
(c) al menos un fotoiniciador en un contenido de ≥ 0,1 a ≤ 10 partes en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento; y
(d) al menos un disolvente orgánico,

en el que el porcentaje de grupos etilénicamente insaturados asciende a al menos 3 moles por kg del porcentaje sólido del agente de revestimiento;

(ii) secar el revestimiento;
(iii) dado el caso, recortar, deslaminar, imprimir y/o conformar de manera térmica o mecánica el sustrato;
(iv) irradiar el revestimiento con radiación actínica, a este respecto, curar el revestimiento.

11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la radiación actínica es luz en la región UV.

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el diluyente reactivo (b) comprende monómeros acrílicos y/o metacrílicos bifuncionales, trifuncionales, tetrafuncionales, pentafuncionales o hexafuncionales.

13. Sustrato revestido, que puede obtenerse mediante un procedimiento que comprende las etapas

(i) revestir un sustrato con una composición que comprende

(a) al menos un polímero termoplástico con un peso molecular medio Mw, determinado por cromatografía de permeación en gel, de al menos 100.000 g/mol en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;
(b) al menos un diluyente reactivo curable por UV en un contenido de al menos el 30 % en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento;
(c) al menos un fotoiniciador en un contenido de ≥ 0,1 a ≤ 10 partes en peso del porcentaje sólido del agente de revestimiento; y
(d) al menos un disolvente orgánico,

en el que el porcentaje de grupos etilénicamente insaturados asciende a al menos 3 moles por kg del porcentaje sólido del agente de revestimiento;
(ii) secar el revestimiento;
(iii) dado el caso, recortar, deslaminar, imprimir y/o conformar de manera térmica o mecánica el sustrato; y
(iv) irradiar el revestimiento con radiación actínica, a este respecto, curar el revestimiento.

14. Sustrato revestido de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el sustrato comprende una lámina.

15. Substrato revestido de acuerdo con la reivindicación 13 o la reivindicación 14, en el que el sustrato comprende una lámina de policarbonato o una lámina coextruida de policarbonato y poli(metacrilato de metilo).