



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 321 799**

51 Int. Cl.:
B05D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00981286 .8**

96 Fecha de presentación : **21.11.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1235652**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.09.2002**

54 Título: **Curado por luz de materiales curables por radiación en atmósfera inerte.**

30 Prioridad: **01.12.1999 DE 199 57 900**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.06.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.06.2009

73 Titular/es: **BASF SE**
67056 Ludwigshafen, DE

72 Inventor/es: **Beck, Erich;**
Deis, Oliver;
Enenkel, Peter y
Schrof, Wolfgang

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 321 799 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

Curado por luz de materiales curables por radiación en atmósfera inerte.

5 La presente invención comprende un procedimiento para la obtención de revestimientos sobre sustratos, acorde a la reivindicación 1.

En el caso de curado por radiación de compuestos polimerizables por radicales, por ejemplo, compuestos de (met) acrilato, puede presentarse una fuerte inhibición de la polimerización o curado por oxígeno.

10 Esta inhibición provoca un curado incompleto en la superficie y, de ese modo, por ejemplo, revestimientos pegajosos.

15 Este efecto de inhibición de oxígeno puede ser reducido utilizando cantidades elevadas de fotoiniciadores, utilizando, además, co-iniciadores, por ejemplo, aminas, radiación UV rica en energía de dosis elevada, por ejemplo, con lámparas de vapor de mercurio a alta presión o agregando ceras que forman barreras.

20 También se conoce la realización de curado por radiación bajo un gas inerte, por ejemplo, por la revelación de la memoria EP-A- 540884, de Joachim Jung, RadTech Europe 99, Berlín 08 al 10 de noviembre de 1999 en Berlín (UV-Applications in Europe Yesterday- Today - Tomorrow Aplicaciones de UV en Europa, ayer, hoy, mañana).

Se desea obtener un procedimiento de curado por radiación en el cual se pueda prescindir de las fuentes de luz UV de alta energía y las medidas de seguridad necesarias vinculadas con ellas. Pero al mismo tiempo el procedimiento debe poder ser realizado fácilmente.

25 Los materiales curables por radiación pueden ser procesados sin agua ni solventes orgánicos. Por ello el procedimiento de curado por radiación es adecuado para laqueados que se realizan en pequeñas o medianas empresas artesanales o en el ámbito del hogar. Hasta ahora, la realización costosa del procedimiento y los dispositivos requeridos para ello, especialmente, las lámparas UV, impidieron una aplicación del curado por radiación en estos ámbitos.

30 El objetivo de la presente invención es, por ello, un procedimiento simple de curado por radiación que también sea aplicable en pequeñas empresas artesanales o en el ámbito del hogar y que, en general, sea adecuado para curar elementos tridimensionales revestidos.

35 El objetivo se alcanza gracias al procedimiento descrito al comienzo.

Mediante el procedimiento acorde a la invención pueden ser curados revestimientos sobre superficies planas (procedimiento de curado bidimensional) o también revestimientos en cuerpos moldeados tridimensionales, en múltiples caras o en todas sus caras (procedimiento de curado tridimensional).

40 En el caso del procedimiento se utiliza un gas de protección (una atmósfera inerte) que sea más pesado que el aire. Por ello, el peso molar del gas es mayor a 28,8 g/mol (corresponde al peso molar de una mezcla de gases de 20% de oxígeno y 80% de nitrógeno), preferentemente, mayor a 32, especialmente, mayor a 35 g/mol. Se pueden utilizar, por ejemplo, gases nobles como argón, hidrocarburos e hidrocarburos halogenados. Se prefiere, especialmente, el dióxido de carbono.

50 El suministro de dióxido de carbono puede llevarse a cabo desde recipientes a presión, gases de combustión filtrados, por ejemplo, a partir de gas natural o hielo seco. Se considera ventajoso el suministro de hielo seco, especialmente, para aplicaciones en el ámbito no industrial o de las pequeñas industrias. Dado que el hielo seco puede ser transportado y almacenado como sustancia sólida en recipientes simples aislados con material celular. El hielo seco puede ser utilizado como tal, en las temperaturas habituales de uso se encuentra entonces en estado gaseoso.

55 El gas de protección es más pesado que el aire, por ello el aire es eliminado hacia arriba. Se debe evitar el escape lateral del gas.

Para ello pueden ser adecuados diferentes dispositivos o medidas.

60 Una posibilidad es la aplicación de un recipiente, como un recipiente de inmersión. Este procedimiento es especialmente adecuado para el procedimiento de revestimiento tridimensional.

El gas de protección es introducido en el recipiente y se elimina el aire.

65 El recipiente contiene ahora una atmósfera de gas de protección en la cual se puede sumergir el sustrato revestido con el material curable por radiación o el cuerpo moldeado.

A continuación puede llevarse a cabo el curado por radiación, por ejemplo, con luz solar o con lámparas dispuestas de manera adecuada.

ES 2 321 799 T3

En el caso de curado por radiación de superficies revestidas, especialmente, de superficies de base, la superficie respectiva por curar puede ser limitada por dispositivos adecuados, especialmente, paredes regulables, de modo que el gas inerte no pueda escapar durante la duración de la radiación.

5 A través del procedimiento también pueden ser revestidos y curados por radiación sustratos impresos o imprimibles. Como sustratos se pueden utilizar, por ejemplo, papel, cartón, películas plásticas y textiles. En el caso del revestimiento curable por radiación se puede tratar de color de impresión o de laca de sobreimpresión. El curado por radiación puede llevarse a cabo directamente en el procedimiento de impresión, por ejemplo, en la máquina de impresión. Como procedimiento de impresión mencionaremos los procedimientos de impresión en offset, en huecograbado, 10 en relieve, flexográfica o de tampografía.

Durante el curado por radiación el porcentaje de oxígeno en la atmósfera de gas de protección es, preferentemente, menor a 15% en peso, especialmente preferido, menor a 10% en peso, de modo especialmente preferido, menor a 5% en peso, en relación a la cantidad total de gas en la atmósfera de gas de protección; con el procedimiento acorde a la 15 invención se pueden ajustar fácilmente, sobre todo, porcentajes de oxígeno inferiores a 1% también inferiores a 0,1% e incluso, inferiores a 0,01% en peso.

Se entiende, bajo una atmósfera de gas de protección, el volumen de gas que rodea al sustrato a una distancia de hasta 10 cm. de su superficie.

20 En el caso de utilizarse hielo seco como gas de protección se puede llevar a cabo de manera simple, por ejemplo, una carga de los recipientes de inmersión que, eventualmente son al mismo tiempo los recipientes de almacenamiento para hielo seco. La vigilancia del consumo de dióxido de carbono debe determinarse directamente en el consumo del material sólido de hielo seco. El hielo seco se evapora a $-78,5^{\circ}\text{C}$ obteniéndose directamente dióxido de carbono 25 gaseoso. Por ello, en un recipiente se elimina hacia arriba, fuera del recipiente, el oxígeno del aire.

El oxígeno restante puede ser determinado con los dispositivos habitualmente comercializados para la medición de oxígeno del aire. El recipiente puede ser cubierto para minimizar la pérdida de gas y, eventualmente, también el calentamiento durante los periodos en que no se utiliza. Debido a la atmósfera reducida en oxígeno en el recipiente 30 de inmersión y almacenamiento, y el peligro de asfixia vinculado a ello, se deberían tomar medidas de seguridad adecuadas.

Del mismo modo se deben asegurar una ventilación y una evacuación de dióxido de carbono suficientes en las áreas de trabajo adyacentes.

35 Para la insolación, los elementos laqueados pueden ser sumergidos individualmente con dispositivos de elevación y descenso o a través de dispositivos similares a una cinta continua, en el caso de laqueados en serie. Para garantizar una carga lo más completa posible del objeto, sin ingresar demasiado aire en la zona de insolación, es adecuado un movimiento lento de descenso o elevación, o la utilización de zanjas de drenaje anteriores y posteriores. Las zanjas de drenaje anteriores o posteriores son una ampliación de los recipientes de gas inerte, para separa las zonas de turbulencia de aire de la zona de radiación. Para ello se puede ampliar el recipiente de gas inerte tanto en altura como así también a ambos lados, en el ancho, partiendo de la zona de insolación. La dimensión de las zanjas anteriores depende, en primer lugar, de la velocidad de inmersión y extracción y de la geometría del objeto.

45 La duración de la insolación depende del grado deseado de dureza del revestimiento o del cuerpo moldeado. El grado de dureza se puede determinar, de la manera más simple, mediante el despegado o mediante la resistencia al rayado, por ejemplo, de una uña o de otros elementos como un punta de lápiz, de metal o de plástico. Son igualmente adecuadas las evaluaciones de resistencia usuales en el sector del laqueado respecto de productos químicos, por ejemplo, disolventes, tintas etc. Métodos adecuados que no dañan la superficie son, por ejemplo, métodos espectroscópicos, 50 especialmente, la espectroscopia infrarroja y Raman, o mediciones de las características dieléctricas o acústicas, etc. El curado por radiación puede llevarse a cabo a través de la luz solar o mediante lámparas que, preferentemente, están dispuestas en el recipiente de inmersión de modo tal que se lleve a cabo el curado deseado, de varias caras o de todas las caras de los sustratos revestidos.

55 Para sustratos planos inmóviles, por ejemplo, pisos o elementos fijados en el piso pueden utilizarse dispositivos simples de cerramiento para impedir el escape del dióxido de carbono. Ejemplos de ello son la obturación del área de la puerta en habitaciones, por ejemplo, hasta 40 cm. de altura a partir del suelo, por ejemplo, con películas pegadas entre sí, o el montaje de paredes de madera, plástico, películas tensadas o cintas de papel. El gas de dióxido de carbono puede llevarse a cabo mediante el rellenado desde botellas de gas o como hielo seco. Demás, los recipientes 60 con hielo seco pueden ser dispuestos de modo colgante, pudiendo fluir el dióxido de carbono sobre el material por curar.

El material curable por radiación contiene compuestos curables por radiación como sustancias ligantes. Estos son compuestos con grupos polimerizables por radicales o cationes y, por ello, curables por radiación y por ello, 65 grupos insaturados etilénicamente. El material curable por radiación contiene, preferentemente 0,001 a 12, de modo especialmente preferido 0,1 a 8 y preferido, sobre todo, 0,5 a 7 mol de grupos insaturados etilénicamente curables por radiación por cada 1000 g de compuestos curables por radiación.

ES 2 321 799 T3

Como compuestos curables por radiación pueden utilizarse, por ejemplo, compuestos de (met)acrilato, viniléter, vinilamidas, poliésteres insaturados, por ejemplo, en base a ácido maleico o ácido fumárico, eventualmente, con estírol como diluyente reactivo o sistemas de maleinimida/viniléter.

5 Se prefieren los compuestos de (met)acrilato como (met)-acrilatos de poliéster, (met)-acrilatos de poliéter, (met)-acrilatos de uretano, (met)-acrilatos de epoxi, (met)-acrilatos de silicona, poliacrilatos acrilatos.

Preferentemente, 40% en mol, de modo especialmente preferido, 60% en mol de los grupos insaturados etilénicamente son grupos (met)acrilato.

10 Los compuestos curables por radiación pueden contener otros grupos reactivos, por ejemplo, grupos de melamina, isocianato, epoxi, anhídrido, alcohol y ácido carboxílico, para un curado térmico adicional, por ejemplo, por la reacción química de grupos de alcohol, ácido carboxílico, amina, epoxi, anhídrido, isocianato o melamina (dual cure).

15 Los compuestos curables por radiación pueden presentarse como solución en un solvente orgánico o en agua, como una dispersión acuosa o como polvo.

Preferentemente, los compuestos curables por radiación y con ello, también los materiales curables por radiación son fluidos a temperatura ambiente. Los materiales curables por radiación contienen, preferentemente, menos de 20% en peso, especialmente, menos de 10% en peso de disolventes orgánicos y/o agua. Preferentemente son libres de solventes y de agua (100% sustancia sólida).

20 Los materiales curables por radiación pueden contener otros componentes como sustancias ligantes, además de compuestos curables por radiación. Se pueden utilizar, por ejemplo, pigmentos, agentes niveladores, colorantes, estabilizadores, etc.

Para el curado con luz UV, en general se utilizan fotoiniciadores.

30 Como fotoiniciadores se pueden utilizar, por ejemplo, benzofenona, alquilbenzofenona, benzofenona halogenometilada, cetona de Michler, antrona y benzofenona halogenizada. Además son adecuados la benzoina y sus derivados.

35 Otros fotoiniciadores igualmente efectivos son la antraquinona y numerosos de sus derivados, por ejemplo β -metil-antraquinona, tert.-butil-antraquinona y ésteres de ácidos carboxílicos de antraquinona, y, especialmente efectivos son los fotoiniciadores con un grupo de óxido de acilfosfina, como óxido de acilfosfina u óxido de biacilfosfina, por ejemplo, óxido 2,4,6-trimetilbenzoidifenilfosfina (Lucirin® TPO).

40 En tanto los materiales curables por radiación contengan fotoiniciadores, estos fotoiniciadores deberían presentar longitudes de onda de absorción en el área de la luz emitida. Los fotoiniciadores adecuados para luz visible, que no contiene proporciones de UV, son, especialmente, los fotoiniciadores mencionados anteriormente con grupos de óxido de acilfosfina.

Una ventaja de la invención es que el contenido de fotoiniciadores en el material curable por radiación puede ser reducido o se puede prescindir completamente de fotoiniciadores.

45 Los materiales curables por radiación contienen, preferentemente, menos de 10 partes en peso, especialmente, menos de 4 partes en peso, de modo especialmente preferido, menos de 1,5 partes en peso de fotoiniciadores cada 100 partes en peso de compuestos curables por radiación.

50 Es especialmente suficiente una cantidad de 0 partes en peso a 1,5 partes en peso, especialmente, de 0,01 a 1 partes en peso de fotoiniciador.

El material curable por radiación puede ser aplicado sobre el sustrato por revestir o en el molde correspondiente, acorde a procedimientos usuales.

55 El curado por radiación puede llevarse a cabo entonces, tan pronto como el sustrato está rodeado por gas inerte.

El curado por radiación puede llevarse a cabo con todas las lámparas utilizadas hasta ahora para el curado por radiación. El curado por radiación puede llevarse a cabo con haces electrónicos, rayos X o gamma, radiación UV o con luz visible. Una ventaja del procedimiento acorde a la invención es que el curado por radiación puede llevarse a cabo con luz visible que contiene pocos o ninguna longitud de onda inferior a 300 nm.

60 Por ello, el curado por radiación puede llevarse a cabo, en el procedimiento acorde a la invención, con luz solar o con lámparas que actúan como reemplazo de la luz solar. Estas lámparas irradian en el área visible superior a 400 nm y no presentan, o presentan cantidades reducidas de luz UV inferiores a 300 nm.

En el procedimiento acorde a la invención, la cantidad de radiación en el área de la longitud de onda inferior a 300 nm presenta, especialmente, menos de 20%, preferentemente, menos del 10%, de modo especialmente preferido,

ES 2 321 799 T3

menos del 5%, sobre todo, menos del 1 o 0,5% o menos del 0,1% del integral de la intensidad irradiada en todo el área de longitud de onda inferior a 1000 nm.

En el caso de la presente radiación se trata de la radiación disponible realmente para el curado, es decir, en el caso de utilizar filtros, de la radiación tras el paso por los filtros.

Se pueden utilizar lámparas que presentan un espectro de líneas, es decir, que solo irradian en determinadas longitudes de onda, por ejemplo, diodos luminosos o láser.

Se pueden utilizar, asimismo, lámparas con un espectro de banda ancha, es decir, una distribución de la luz emitida sobre un área de longitud de onda. A su vez, el máximo de intensidad se encuentra, preferentemente, en el área visible, por encima de los 400 nm.

Mencionaremos, por ejemplo, lámparas incandescentes, lámparas halógenas, lámparas de xenon. Mencionaremos, asimismo, lámparas de vapor de mercurio con filtros para impedir o reducir radiación inferior a 300 nm.

Son igualmente adecuadas las lámparas de pulsadas, por ejemplo, lámparas de destellos o lámparas de destellos de alta potencia (Empresa VISIT). Una ventaja especial del procedimiento es la posibilidad de utilizar lámparas con una demanda reducida de energía y una proporción de UV reducida, por ejemplo, de lámparas halógenas de 500 vatios, como las utilizadas para fines de iluminación generales. De este modo se puede prescindir tanto de una unidad de alta tensión para la alimentación de corriente (en el caso de lámparas de vapor de mercurio) así como de medidas de protección ante la luz. Con las lámparas halógenas tampoco existe al aire el peligro del desarrollo de ozono, como es el caso de lámparas UV de onda corta. De este modo se facilita el curado por radiación con equipos de radiación portátiles y son posibles las aplicaciones localizadas, es decir, independientemente de instalaciones de curado industriales fijas.

Para la utilización móvil y para aplicaciones que requieren de una gran cantidad de lámparas para la iluminación del sustrato, son especialmente adecuadas las lámparas que presentan carcassas de lámpara con reflector, dispositivos de refrigeración eventualmente presentes, filtros de radiación y una conexión a una fuente de corriente que presenten un peso reducido, por ejemplo inferior a 20 kg., preferentemente, inferior a 8 kg.

Las lámparas especialmente livianas son, por ejemplo, lámparas halógenas, lámparas incandescentes, diodos luminosos, láser portátil, lámparas de destellos etc. Estas lámparas se caracterizan por su posibilidad de montaje simple en el interior de los recipientes o en las paredes de los recipientes. Igualmente se reduce el costo técnico para el suministro de corriente, sobre todo, en comparación con los emisores de vapor de mercurio usuales en la industria, en el área de presión media y alta presión. Como fuente de electricidad preferida de las lámparas sirven, además de la corriente de la red, sobre todo tensiones alternas usuales en el hogar, por ejemplo 220 V/50 Hz o la alimentación con generadores portátiles, baterías, acumuladores, células solares, etc.

El procedimiento acorde a la invención es adecuado para la obtención de revestimientos sobre sustratos y para la fabricación de cuerpos moldeados.

Como sustratos pueden utilizarse, por ejemplo, materiales de madera, plásticos, metal, mineral o cerámica.

Mencionaremos, como cuerpo moldeado, por ejemplo, materiales compuestos como, por ejemplo, materiales de fibras impregnados con material curable por radiación o tejidos, o cuerpos moldeados para estereolitografía.

Otra ventaja del procedimiento es que las distancias entre las lámparas y el material curable por radiación pueden ser aumentadas respecto del curado al aire. En total, pueden utilizarse cajas de radiación más reducidas, y la unidad de radiación puede ser utilizada para el curado de superficies mayores.

De ese modo, el procedimiento posibilita, de modo adicional a las aplicaciones usuales de curado por radiación, nuevas aplicaciones en el área de revestimientos y materias moldeables de objetos complejos con forma tridimensional, por ejemplo, muebles, carrocerías de vehículos, construcción de carcassas y aparatos, en aplicaciones móviles como laqueado de pisos y pistas. Debido al costo técnico y de materiales reducido, el procedimiento también es adecuado para pequeñas y medianas empresas, el sector del hogar y del "do it your self" - "hágalo usted mismo".

Ejemplos

Ejemplo 1

Se obtuvo un material curable por radiación mezclando los siguientes componentes:

35% en peso de Laromer® LR 8987 (BASF S.A.), un acrilato de uretano

20% en peso de acrilato de hexandiol,

38,5% en peso de Laromer® LR 8863, un acrilato poliéter

ES 2 321 799 T3

3,5% en peso de Iragucure® 184 (Empresa de química especializada Ciba), un fotoiniciador

0,5% en peso de Lucirin® TPO (BASF), un fotoiniciador

5 2% en peso de Tinuvin® 400 (Empresa de química especializada Ciba), un absorbente de UV

1,5% en peso de Tinuvin® 292, un absorbente de UV

Con este material se laqueó un cristal (espesor de la capa 50 μ m).

10

En un recipiente de 60 cm. de profundidad, con un diámetro de 40 cm. se colocaron 500 g de hielo seco. Tras aproximadamente 60 minutos, la proporción de oxígeno restante a, aproximadamente, 10 cm. debajo del borde superior del recipiente, es de 3% en peso y a 45 cm. de profundidad, de 0,01% en peso. En el nivel de los 45 cm. se coloca el cristal y se lo somete a una radiación durante 2 minutos, con una lámpara halógena de 500 vatios, a una distancia de 15 50 cm. con respecto de la lámpara halógena. El laqueado es altamente resistente a rayas y no puede ser rayado con una espátula de madera y con papel de máquina blanco bajo presión ni fricción.

Para la comparación con ello, se sometió a radiación al aire en las mismas condiciones. El laqueado queda líquido. En comparación con ello se somete dos veces a radiación en una cinta transportadora a una velocidad de cinta de 10 20 m/min, bajo una lámpara de vapor de mercurio a alta presión con 120 W/cm. (Fábrica IST), a una distancia de 15 cm. El laqueado no pudo ser curado hasta ser resistente a rayas.

Ejemplo 2

25 El material curable por radiación correspondía al ejemplo 1.

El material curable por radiación fue aplicado como laca transparente sobre la carcasa de un espejo exterior de un automóvil y curada acorde a la invención, como descrito en el ejemplo 1. El laqueado obtenido era resistente a rayas.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la obtención de revestimientos sobre sustratos, a través de curado por radiación de materiales curables por radiación, bajo gas de protección, que es más pesado que el aire y cuyo escape lateral durante el curado por radiación es impedido por un dispositivo adecuado o medidas adecuadas, **caracterizado** porque la radiación se emite con una lámpara que emite radiación UV o luz visible, que en el área de la longitud de onda inferior a 300 nm presenta menos de 20% del integral de la intensidad irradiada en toda el área de longitud de onda inferior a 1000 nm.

2. Procedimiento acorde a la reivindicación anterior, **caracterizado** porque la distribución de la luz emitida por la lámpara presenta un máximo de intensidad superior a 400 nm.

3. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el sustrato o la materia moldeable es sumergida en un recipiente de inmersión que contiene el gas de protección.

4. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en el caso del gas de protección, se trata de dióxido de carbono.

5. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el gas de protección se obtiene evaporando hielo seco.

6. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el porcentaje de oxígeno en la atmósfera de gas de protección que rodea al sustrato a una distancia de hasta 10 cm. de su superficie, es menor al 15% en peso, en relación a la cantidad total de gas.

7. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el sustrato es seleccionado del grupo formado por papel, cartón, películas plásticas y textiles.

8. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se curan cuerpos moldeados tridimensionales, o sustratos, seleccionados del grupo que comprende muebles, carrocerías de automóviles, de la construcción de carcasas y aparatos.

9. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el material curable por radiación contiene otros grupos reactivos seleccionados del grupo compuesto por grupos de melamina, isocianato, epoxi, anhídrido, alcohol y ácido carboxílico.

10. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el material curable por radiación se encuentra como solución en un solvente orgánico o en agua, como una dispersión acuosa o como polvo.

11. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el material curable por radiación contiene menos de 20% en peso de disolventes orgánicos y/o agua.

12. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el material curable por radiación está libre de solventes y libre de agua.

13. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el material curable por radiación contiene un fotoiniciador, seleccionado del grupo conformado por benzofenona, alquilbenzofenona, benzofenona halogenometilada, cetona de Michler, antrona, benzofenona halogenizada, benzoina, antraquinona, óxido de acilfosfina y óxido de bisacilfosfina.

14. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque para el curado por radiación se utiliza una lámpara seleccionada del grupo formado por lámparas incandescentes, lámparas halógenas y lámparas de xenon.

15. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la lámpara funciona con una fuente de corriente con tensión alterna usual en el hogar.

16. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la lámpara para el curado por radiación posee un peso inferior a 20 kg.

17. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la lámpara está dispuesta en interiores del recipiente o en paredes del recipiente.