



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 983 569**

⑮ Int. Cl.:

**B27N 5/00** (2006.01)  
**A47G 19/00** (2006.01)  
**B27N 3/04** (2006.01)  
**B27N 3/12** (2006.01)  
**B27N 3/18** (2006.01)  
**C08L 97/02** (2006.01)  
**C09J 105/14** (2006.01)  
**C09D 7/20** (2008.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2021 E 21204505 (8)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024 EP 4169685**

⑮ Título: **Procedimiento de producción de artículos reutilizables y biodegradables**

⑯ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.10.2024**

⑯ Titular/es:

**MARELJA, STIPO (100.0%)**  
Johanniterstraße 26  
10961 Berlin, DE

⑯ Inventor/es:

**MARELJA, STIPO**

⑯ Agente/Representante:

**ANGOLOTI BENAVIDES, Joaquín**

**ES 2 983 569 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

## Procedimiento de producción de artículos reutilizables y biodegradables

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de preparación de un artículo de madera sintética. El artículo comprende celulosa, lignina y un aglutinante. El procedimiento comprende al menos dos etapas de moldeo en caliente, obteniéndose una preforma después de una primera etapa de moldeo en caliente y aplicándose una solución de recubrimiento que comprende lignina a la preforma antes de la segunda etapa de moldeo en caliente. La presente invención se refiere, además, a un aparato para llevar a cabo el anterior procedimiento y a un artículo obtenido mediante dicho procedimiento.

10 Cada año se generan toneladas de residuos de envases. Según estadísticas recientes, los residuos de envases anuales en la Unión Europea ascienden a unos increíbles 175 kilogramos por habitante.

15 Gracias a las directivas de la UE, afortunadamente, una gran proporción de estos residuos de envases se recupera, lo que significa que o bien se recicla o bien se recupera energía. En este contexto, el reciclaje se refiere al proceso de convertir los residuos en una nueva sustancia o producto, mientras que la recuperación de energía se realiza mediante la incineración, gasificación o pirólisis del material de desecho. En cualquier caso, sin embargo, la recuperación no es sencilla. Para el reciclaje, es necesario clasificar los residuos y, una vez separados, se requieren sofisticadas técnicas de purificación y/o esterilización. A menudo, también es necesario procesar el material de desecho de forma que pueda ser completamente remodelado. Por otra parte, la recuperación de energía adolece de una eficiencia moderada, ya que no puede evitarse una cierta pérdida de calor de combustión.

20 25 En vista de lo anterior, parece más inteligente abordar la cuestión de los envases de otra manera, es decir, evitando o reduciendo la generación de residuos que deben recuperarse. Una estrategia es producir materiales que puedan reutilizarse y que, no obstante, sean biodegradables después de un cierto número de ciclos de reutilización.

30 A tal fin, el documento US 8.772.406 B2 presenta un artículo de madera sintética que comprende macromoléculas biomiméticas y un procedimiento para su preparación. El procedimiento comprende una etapa de disolución de lignina y un componente seleccionado entre celulosa o hemicelulosa en un líquido iónico y de obtención del artículo. Sin embargo, los líquidos iónicos pertenecen a las especialidades químicas y, por tanto, no son adecuados para la producción a gran escala.

35 40 Un proceso diferente para producir un material biodegradable basado en madera sintética se conoce por el documento WO 2015/126582 A1. Este proceso puede prescindir de líquidos iónicos y comprende las etapas de proporcionar una materia prima de biomasa lignocelulósica; fraccionar la materia prima en presencia de un ácido, un disolvente para lignina y agua, con el fin de generar sólidos ricos en celulosa y un líquido que contiene hemicelulosa y lignina; depositar al menos parte de la lignina, del líquido, sobre una superficie de los sólidos ricos en celulosa para generar un material de celulosa recubierto de lignina; y recuperar el material de celulosa recubierto de lignina. Sin embargo, la deposición de lignina solo crea una capa superficial. La lignina no penetra profundamente en el material de celulosa. Por lo tanto, las propiedades de dicho material de celulosa recubierto de lignina siguen siendo similares a las propiedades del material de celulosa no recubierto. Por este motivo, el artículo final no resulta adecuado para muchas aplicaciones, por ejemplo, para aquellas en las que se requiere una alta resistencia mecánica del artículo.

45 50 El documento WO2021180208 A1 divulga la fabricación de un perfil que comprende una mezcla de pulpa y polímero viscoso, prensado previo, secado, prensado en caliente, adición de lignina acidificada a la pulpa, filtrado, secado, prensado en caliente y moldeo para obtener un perfil retardante de la llama.

55 Por consiguiente, existe la necesidad de desarrollar un nuevo procedimiento de preparación de artículos de madera sintética que supere las desventajas mencionadas anteriormente.

Estos objetivos se resuelven mediante el procedimiento según la reivindicación 1.

El procedimiento según la presente invención se define en la reivindicación 1.

55 Este procedimiento es una forma ecológica de producir materiales de envasado y tiene el potencial de sustituir el material de envasado de plástico tradicional. Todos los materiales de partida del procedimiento pueden obtenerse a partir de materias primas renovables para poder conservar los recursos derivados del petróleo. Incluso el alcohol que se utiliza en la etapa (iii) puede ser bioetanol. Además, también es posible recuperar el alcohol para mejorar aún más la sostenibilidad.

60 65 El procedimiento de la invención también es superior a los procedimientos convencionales para producir artículos de madera sintética. Preparando una preforma que comprende celulosa y aplicando la lignina solo posteriormente, como solución de recubrimiento, es posible obtener artículos con una superficie muy densa, dura y uniforme. La superficie repele el agua y la humedad y no es sensible a ácidos o bases débiles como, por ejemplo, los que se encuentran en los alimentos. Así, el artículo no muestra ningún comportamiento de hinchamiento cuando entra en

contacto con fluidos.

En general, el procedimiento de la invención supone un enfoque ecológico en la producción de materiales adecuados para el contacto con productos alimenticios, ya sea como material de envasado de alimentos, como vajilla o cubertería. Los artículos de madera sintética que pueden producirse mediante el procedimiento de la invención son aptos incluso para el lavavajillas y son insensibles a los agentes esterilizantes. Además, pueden limpiarse fácilmente con agua caliente. Esto permite reutilizarlos varias veces.

Sobre todo, el procedimiento ayuda a reducir la cantidad de residuos que es necesario recuperar cada año. Dado que los artículos de madera sintética son biodegradables, pueden desecharse simplemente al final de su ciclo de vida, es decir, después de un uso repetido.

La primera y segunda etapas de moldeo por prensado en caliente también pueden denominarse "primera y segunda etapas de moldeo por prensado en caliente con eliminación de vapor". Durante el moldeo por prensado en caliente se produce la evaporación de la solución acuosa de la pulpa o del alcohol de la solución de recubrimiento de lignina. El vapor resultante puede eliminarse a través de un conducto de drenaje en la prensa de moldeo en caliente. El experto en la materia conoce prensas de moldeo en caliente adecuadas, por ejemplo, por los dispositivos que se utilizan para producir cartones de huevos.

En lo que respecta a los componentes del artículo de madera sintética, la celulosa es un polisacárido lineal de residuos de D-glucosa unidos por enlaces  $\beta(1 \rightarrow 4)$ -glucosídicos.

La lignina es una sustancia polimérica de compuestos aromáticos sustituidos que se encuentra en los tejidos vegetales. Las propiedades de la lignina difieren enormemente en función del proceso de extracción y del tipo de planta de la que se extrae. Los lignosulfonatos (también llamados sulfonatos de lignina y ligninas de sulfito) son productos de la producción de pulpa al sulfito. Las ligninas Kraft (también llamadas ligninas sulfato) se obtienen del proceso de producción de pulpa Kraft. El proceso Kraft es un proceso químico de producción de pulpa en el que la madera astillada se somete a altas temperaturas en un caldo que contiene hidróxido de sodio y sulfuro de sodio. Mediante el proceso Organosolv se obtiene lignina de alta calidad y con un olor más agradable. El término "lignina", tal como se utiliza en el presente documento, también abarca ligninas funcionalizadas o modificadas químicamente, por ejemplo, lignina carboxilada y acilada, así como ligninas sulfatadas y ligninas procedentes del proceso Kraft.

El aglutinante se selecciona entre hemicelulosa, carboximetilcelulosa y combinaciones de las mismas.

A diferencia de la celulosa, que está compuesta por un único tipo de monómero, la hemicelulosa comprende heteropolisacáridos que están formados por una variedad de monómeros diferentes. La hemicelulosa puede, por ejemplo, comprender o consistir en xilanos, arabinoxilanos, galactoglucomananos, mananos, derivados de los mismos o combinaciones de los mismos.

La carboximetilcelulosa es un éster de celulosa soluble en agua que contiene un cierto número de grupos carboximetilo por unidad de anhidroglucosa. El número de grupos carboximetilo por unidad de anhidroglucosa puede ser de 0,1 a 1,5, preferiblemente de 0,4 a 1,2.

El uso de hemicelulosa como aglutinante es particularmente preferido cuando los materiales de partida se obtienen a partir de materia prima lignocelulósica. La biomasa lignocelulósica comprende o consiste sustancialmente en celulosa, hemicelulosa y lignina. Por lo tanto, la hemicelulosa se obtiene de todos modos en el proceso de extracción de biomasa lignocelulósica. En lugar de desechar este valioso material, puede utilizarse, de manera ventajosa, para aumentar la resistencia del artículo de madera sintética. La relación en peso de aglutinante:celulosa puede ser de 0,3:1 a 1:1, preferiblemente de 0,9:1 a 1:1. Esto se aplica especialmente a la realización del procedimiento en el que la pulpa de la etapa i) comprende también el aglutinante. Cuando se utiliza la relación en peso mencionada anteriormente, se garantiza que se consigue un grado apropiado de reticulación y que el artículo de madera sintética tiene, por tanto, una alta densidad y una excelente resistencia a la tracción.

Si el aglutinante no está ya presente en la pulpa en la etapa i) del procedimiento, la preforma obtenida mediante la primera etapa de moldeo por prensado en caliente se recubre con una solución de recubrimiento de aglutinante. Esto debe realizarse antes de la aplicación de la solución de recubrimiento de lignina. El recubrimiento con una solución de recubrimiento aglutinante también puede denominarse procedimiento de impregnación. La solución de recubrimiento aglutinante puede aplicarse mediante pulverización. Después y antes de aplicar la solución de recubrimiento de lignina, se prefiere secar la preforma recubierta con aglutinante para que pueda evaporarse el disolvente.

En otra realización preferida, el procedimiento comprende una etapa de adición de un pigmento de color o un tinte a la pulpa antes de la etapa ii). De este modo, los artículos de madera sintética pueden obtenerse en cualquier color deseado. Esto hace que los artículos producidos sean más atractivos como vajilla. Además, los productos envasados, en particular los alimentos envasados, pueden distinguirse mediante códigos de colores.

El alcohol en la solución de recubrimiento de lignina se selecciona del grupo que consiste en metanol, etanol, butanol, etilenglicol y combinaciones de los mismos. El alcohol puede ser el mismo alcohol que se ha utilizado en el proceso Organosolv. Esto reduce la cantidad total de sustancias necesarias y facilita aún más el proceso de producción.

5 La solución de recubrimiento de lignina puede comprender, además, de 0,1 a 10,0 % en peso de un agente reticulante, preferiblemente urea o un compuesto que comprende un grupo urea. El agente reticulante acelera el curado de la capa de lignina. Mientras que el curado de la lignina en la segunda etapa de moldeo por prensado en caliente puede durar hasta 20 minutos a una temperatura de 100-150 °C sin agente reticulante, el curado puede completarse en 1-10 minutos en presencia de un agente reticulante.

10 En otra realización preferida, la solución de recubrimiento de lignina comprende, además, de 0,1 a 5,0 % en peso de un agente oxidante, preferiblemente seleccionado del grupo que consiste en peróxido de hidrógeno, un compuesto de peroxicarbonato, un compuesto de perborato y combinaciones de los mismos. Al igual que el agente reticulante, el agente oxidante es beneficioso para a cortar el tiempo necesario para el curado de la capa de lignina.

15 Preferiblemente, la segunda etapa de moldeo por prensado en caliente comprende someter la preforma recubierta a una temperatura específica y una presión específica durante un periodo de tiempo definido. La temperatura es preferiblemente de 100 a 150 °C. La presión es preferiblemente de 10 a 500 bar, de forma especialmente preferida de 10 a 250 bar. El tiempo, es decir, la duración durante la cual se aplican la temperatura y presión mencionadas, es preferiblemente de al menos 60 segundos. Con estos parámetros, puede producirse un artículo de madera sintética que es de 4 a 10 veces más duro que la madera natural. En este contexto, la regla general es que cuanta más presión se aplica, más duro será el artículo de madera sintética.

20 25 Cuando la pulpa comprende una cantidad definida  $x_C$  de celulosa, la cantidad  $x_L$  de lignina en la solución de recubrimiento de lignina es preferiblemente de 0,4  $x_C$  a 1,2  $x_C$ , más preferiblemente de 0,9  $x_C$  a 1,1  $x_C$ .

30 35 Además, cuando la pulpa comprende una cantidad definida  $x_C$  de celulosa, la suma  $x_B$  de la cantidad del aglutinante en la pulpa y la solución de recubrimiento de aglutinante opcional es preferiblemente de 0,25  $x_C$  a 1,2  $x_C$ , más preferiblemente de 0,9  $x_C$  a 1,1  $x_C$ . Esto da como resultado un artículo que comprende o consiste en 33-60 % en peso de celulosa, aproximadamente 33-16 % en peso de un aglutinante y aproximadamente 23-33 % en peso de lignina. Preferiblemente, se obtiene un artículo con proporciones en peso iguales de celulosa, aglutinante y lignina.

40 45 De manera alternativa, cuando la pulpa comprende una cantidad definida  $x_C$  de celulosa, la cantidad  $x_L$  de lignina en la solución de recubrimiento de lignina puede ser de 0,6  $x_C$  a 1,2  $x_C$  y la suma  $x_B$  de la cantidad del aglutinante en la pulpa y la solución de recubrimiento de aglutinante opcional puede ser de 0,3  $x_C$  a 1,2  $x_C$ . De esta manera, se obtiene un artículo que comprende o consiste en aproximadamente 33-50 % en peso de celulosa, aproximadamente 33-16 % en peso de un aglutinante y aproximadamente 33 % en peso de lignina.

50 55 60 Preferiblemente, el alcohol que se evapora después de aplicar la solución de recubrimiento de lignina en la etapa iii), se condensa. Puede reutilizarse en uno o más ciclos de producción posteriores. Antes de su reutilización, el alcohol puede procesarse adicionalmente, por ejemplo, mediante purificación.

65 En una realización, la etapa ii) puede incluir la formación de la pulpa en una preforma que tiene la forma de una taza, un cubierto, un plato o un cuenco. De esta manera, los artículos de madera sintética pueden utilizarse para preparar y/o disfrutar de una comida. Además, la taza, el plato o el cuenco no solo pueden ser útiles para contener los alimentos durante la comida. También pueden utilizarse para envasar y/o almacenar productos alimenticios, en particular si están sellados debidamente. En la presente solicitud, se entiende por envase cualquier material que se utiliza para contener, proteger, manipular, entregar o presentar mercancías. Artículos como botellas, contenedores, latas, envoltorios, palés y bidones pueden clasificarse como envases.

70 Debido a la superficie dura y lisa de la madera sintética, es posible evitar eficazmente que los artículos se empapen. Las salsas y los líquidos no penetran en la estructura del artículo, por lo que es seguro limpiar los artículos con agua caliente o en el lavavajillas. Como procedimiento de limpieza de los artículos pueden utilizarse los mismos procedimientos que para las vajillas y cuberterías habituales. Tras el uso repetido del artículo, por ejemplo, después de 10, 20 o 50 usos o ciclos de uso, el artículo puede recogerse en los residuos orgánicos gestionados públicamente o eliminarse en el compostador privado. No son necesarios complejos procedimientos de recuperación, ya que el artículo es completamente biodegradable.

75 80 La presente divulgación también incluye un aparato para llevar a cabo el procedimiento descrito anteriormente.

85 El aparato puede comprender al menos dos unidades diferentes.

90 Una primera unidad es una prensa de moldeo en caliente en la que pueden realizarse al menos dos etapas de moldeo por prensado en caliente. El molde tiene preferiblemente la forma de una taza, un cubierto, un plato o un cuenco. También se prefiere que el molde sea intercambiable, de modo que puedan producirse diferentes artículos

con el mismo aparato.

El experto en la materia conoce otras configuraciones preferidas de la prensa de moldeo en caliente, por ejemplo, por los dispositivos utilizados para producir cartones de huevos.

5 La segunda unidad del aparato es la máquina de recubrimiento. Las características específicas de esta máquina son conocidas por las plantas de pintura y recubrimiento convencionales.

10 La presente divulgación también incluye un artículo que se obtiene mediante el procedimiento descrito anteriormente.

15 La naturaleza de la presente invención resultará más claramente evidente a partir del siguiente ejemplo de preparación. Sin embargo, el ejemplo no debe entenderse como limitante, ya que el alcance de la protección viene definido por las reivindicaciones adjuntas.

15 **Ejemplo de preparación**

20 i + ii) En una primera etapa, se forma una preforma a partir de pulpa (suspensión de pulpa). Para ello, se amasa 1 kg de fibras de celulosa de una pulpa todavía húmeda con 1 kg de hemicelulosa o, de manera alternativa, 1 kg de carboximetilcelulosa de bajo peso molecular hasta obtener una composición que todavía es moldeable. La textura de la composición puede controlarse y ajustarse fácilmente mediante la adición de agua. El contenido específico de agua depende de la calidad de la fibra de celulosa. Esta composición se moldea en forma de cuenco en una extrusora y simultáneamente se seca en caliente. El prensado en caliente elimina el agua. Se obtiene una preforma a base de celulosa/hemicelulosa, que es dimensionalmente estable y puede secarse y almacenarse adicionalmente si es necesario.

25 iii) En una segunda etapa, se disuelve 1 kg de una lignina no modificada o débilmente modificada (por ejemplo, UPM/Halle) en 2 litros de etanol. A continuación, la preforma se impregna con esta lignina especial (por ejemplo, lignina Organosolv) procedente de una solución etanólica. Esta etapa del proceso debe realizarse en una cámara especial, por ejemplo, una planta o máquina de pintura cerrada, para que el etanol se recupere por evaporación y circule.

30 iv) Posteriormente, esta preforma impregnada se lleva de nuevo a la prensa en caliente (por ejemplo, de la etapa i+ii) y se prensa a 125 °C durante 15 minutos. De este modo, se compacta y se reticula químicamente para que la preforma se convierta en un cuenco de madera sintética. La composición final del cuenco de madera sintética es de aproximadamente 1:1:1 en peso de celulosa:hemicelulosa:lignina. Una vez desmoldeado, el recipiente puede utilizarse como envase para productos alimenticios. El recipiente es muy duro, apto para lavavajillas y resistente al agua.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de preparación de un artículo que comprende celulosa, lignina y un aglutinante, comprendiendo el procedimiento las etapas de
- 10 i) proporcionar una pulpa que comprende celulosa,  
ii) someter la pulpa a una primera etapa de moldeo por prensado en caliente para obtener una preforma,  
iii) aplicar a la preforma una solución de recubrimiento de lignina que comprende o consiste en lignina y un alcohol,  
iv) someter la preforma recubierta a una segunda etapa de moldeo por prensado en caliente, en donde la pulpa de la etapa i) comprende, además, el aglutinante y/o en donde la preforma se recubre adicionalmente con una solución de recubrimiento de aglutinante antes de la etapa iii), y en donde el aglutinante se selecciona entre hemicelulosa, carboximetilcelulosa y combinaciones de las mismas.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la relación en peso de aglutinante:celulosa es de 0,3:1 a 1:1, preferiblemente de 0,9:1 a 1:1.
- 20 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, una etapa de adición de un pigmento de color o tinte a la pulpa antes de la etapa ii).
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el alcohol en la solución de recubrimiento de lignina se selecciona del grupo que consiste en metanol, etanol, butanol, etilenglicol y combinaciones de los mismos.
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la solución de recubrimiento de lignina comprende, además, de 0,1 a 10,0 % en peso de un agente reticulante, preferiblemente urea o un compuesto que comprende un grupo urea.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la solución de recubrimiento de lignina comprende, además, de 0,1 a 5,0 % en peso de un agente oxidante, preferiblemente seleccionado del grupo que consiste en peróxido de hidrógeno, un compuesto de peroxicarbonato, un compuesto de perborato y combinaciones de los mismos.
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la segunda etapa de moldeo por prensado en caliente implica someter la preforma recubierta a una temperatura de 100 a 150 °C y una presión preferible de 10 a 500 bar durante al menos 60 segundos.
- 45 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde, cuando la pulpa comprende una cantidad definida  $x_C$  de celulosa, la cantidad  $x_L$  de lignina en la solución de recubrimiento de lignina es de 0,4  $x_C$  a 1,2  $x_C$ , preferiblemente de 0,9  $x_C$  a 1,1  $x_C$ , y/o la suma  $x_B$  de la cantidad del aglutinante en la pulpa y la solución de recubrimiento de aglutinante opcional es de 0,25  $x_C$  a 1,2  $x_C$ , preferiblemente de 0,9  $x_C$  a 1,1  $x_C$ .
- 50 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el alcohol que se evapora después de aplicar la solución de recubrimiento de lignina en la etapa iii), se condensa y, de manera opcional, se procesa adicionalmente para su reutilización.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la etapa ii) incluye la formación de la pulpa en una preforma que tiene la forma de una taza, un cubierto, un plato o un cuenco.