

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 705**

51 Int. Cl.:

**B27N 1/00** (2006.01)

**B27N 3/00** (2006.01)

**B27K 3/02** (2006.01)

**B27K 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2017** **E 17200593 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019** **EP 3323575**

54 Título: **Procedimiento para fabricar un material de lignocelulosa acetilado con propiedades autoadhesivas**

30 Prioridad:

**14.11.2016 DE 102016222292**

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

**02.12.2019**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (100.0%)  
Hansastrasse 27 c  
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**HELLMANN, ANDREAS y  
PECHER, HEIKE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 733 705 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para fabricar un material de lignocelulosa acetilado con propiedades autoadhesivas

5 Los materiales derivados de la madera son materiales que se generan mediante la trituración de madera y ensamblado subsiguiente de los elementos estructurales. El tamaño y la forma de la madera triturada son decisivos para el tipo del material derivado de la madera y son propiedades. Los elementos estructurales son, por ejemplo, maderas aserradas (por ejemplo tablas o chapas), virutas de madera, fibras de madera o lana de madera. En lugar de madera o como complemento a la madera pueden emplearse también otros materiales de lignocelulosa como

10 materiales.

Los materiales derivados de la madera a modo de ejemplo son materiales de madera maciza, materiales derivados de la madera de chapas, materiales derivados de la madera de virutas de madera y materiales derivados de la madera de fibras de madera. En particular las placas de virutas son de gran importancia comercial. En la producción de materiales derivados de la madera global en Europa y Alemania las placas de virutas presentan una proporción de más del 50 %.

15

Para el ensamblado de los elementos estructurales los aglutinantes habitualmente desempeñan un papel central. De este modo, por ejemplo en todos los procedimientos de producción habituales para placas de virutas las partículas de madera se mezclan con adhesivos predominantemente sintéticos y se compactan mediante alimentación de calor. Los adhesivos se utilizan con porcentajes de masa de hasta 12 % y se basan por regla general en materias primas petroquímicas. Además el 90 % de los adhesivos utilizados contienen formaldehído cuyo valor límite de ventilación interna desde 1977 se sitúa en 0,1 ppm y desde 2016 ha sido clasificado por la Comisión Europea como sustancia que actúa de modo mutagénico y cancerígeno.

20

Ante este trasfondo se pretende emplear para la producción de materiales derivados de la madera solo adhesivos extremadamente pobres en formaldehído o incluso libres de formaldehído, por ejemplo adhesivos a base de materias primas renovables. De este modo, por ejemplo P. Dongre y col., *Energies*, 2015, 8, S. 7897-7914, describen adhesivos libres de formaldehído a base de polímeros de lignino-furfural.

25

Un planteamiento adicional que se sigue en este momento consiste en un tratamiento de madera para la configuración de propiedades autoadhesivas. Una madera autoadhesiva o "autoadherente" permite procesarse con una cantidad notablemente menor de adhesivo externo o incluso sin adhesivo para formar un material derivado de la madera. Se conocen, por ejemplo el tratamiento de oxidación de madera con el reactivo Fenton (una mezcla de peróxido de hidrógeno y sales de hierro (II)) o con enzimas adecuadas. También se conocen un tratamiento de "Steam-Explosion" (explosión de vapor) y de un material en caliente de la madera para la unión sin adhesivos. Una visión general de estos procedimientos para la producción de madera autoadhesiva o "autoadherente" la ofrecen D. Zhang y col. in *Wood Science and Technology*, 2015, volumen 49, pág. 661-679.

30

Para la mejora de determinadas propiedades de la madera, en particular la resistencia frente a hongos e insectos destructores de madera, así como la estabilidad dimensional se sabe cómo someter a la madera a una modificación química. Un proceso de modificación de madera químico implementado comercialmente es la acetilación.

40

Para la producción de madera acetilada el material de partida se trata con un agente de acetilación adecuado como, por ejemplo, anhídrido del ácido acético. El excedente de ácido acético puede retirarse de la madera acetilada para evitar molestias por malos olores innecesarias mediante un tratamiento posterior adecuado (por ejemplo con vapor de agua). La producción de material de lignocelulosa acetilado se describe en los documentos EP 0 213 252 A1, EP 0 680 810 A1 y DE 102009027635 A1. C. Mai en *Holztechnologie*, 2010, N°. 5, pág. 21-26 ofrece una visión general actual sobre la producción y uso de madera acetilada.

45

El documento JP 2007-084769 A describe un procedimiento, en el que la madera molida se somete a un tratamiento con agua a alta temperatura y alta presión para obtener material liberado de hemilcelulosa, y a continuación este material se somete a acetilación.

50

El documento EP 0 746 570 B1 describe un procedimiento, en el que en la etapa (a) se acetila un material de lignocelulosa y este material acetilado a continuación en la etapa (b) a una temperatura por encima de 140 °C se pone en contacto con un gas inerte calentado, bajo las condiciones de reacción de modo que el contenido de ácido acético o de anhídrido del ácido acético del material que contiene lignocelulosa acetilada se reduce mediante desorción a por debajo del 10 % en peso.

55

Y. Kurimoto y col., *Journal of Wood Science*, 59, 2013, pág. 209-215 describen un material de compuesto de madera acetilada y polipropileno. La producción de la madera acetilada se realiza a través de un procedimiento mecanoquímico.

60

Un objetivo de la presente invención reside en la producción de un material de lignocelulosa con propiedades autoadhesivas a través de un procedimiento que sea lo más sencillo posible de llevar a cabo y sea eficiente y

65

permita la producción de materiales derivados de la madera compatibles con el medio ambiente, en particular pobres en formaldehído o libres de formaldehído.

5 El objetivo se consigue mediante un procedimiento para producir un material de lignocelulosa modificado químicamente, que comprende

- la acetilación de un material de lignocelulosa con un agente de acetilación para obtener un material de lignocelulosa acetilado, en donde la acetilación del material de lignocelulosa presenta un grado de acetilación AG en el intervalo de 1% a 25% y el grado de acetilación se determina mediante la siguiente relación:

10

$$AG = [(TM2 - TM1) / TM1] \times 100\%$$

en donde

15

TM2: materia seca del material de lignocelulosa acetilado  
 TM1: materia seca del material de lignocelulosa antes de la acetilación,

y

- la saponificación parcial del material de lignocelulosa acetilado,

20

en donde por saponificación se entiende la disociación de una esterificación mediante hidrólisis y mediante la saponificación parcial una parte de los compuestos de éster del ácido acético formados en la etapa de acetilación se disocia de nuevo, en donde la saponificación parcial del material de lignocelulosa acetilado presenta un grado de saponificación VG en %, que se determina mediante la siguiente relación:

25

$$VG = [(TM2 - TM3) / TM2] \times 100\%$$

en donde

30

TM2: materia seca del material de lignocelulosa acetilado  
 TM3: materia seca del material de lignocelulosa obtenido después de la saponificación parcial;

y el grado de saponificación VG y el grado de acetilación AG cumplen la siguiente condición:

35

$$VG / AG \leq 0,7.$$

35

Tal como ya se ha mencionado al principio, la acetilación de un material de lignocelulosa, como por ejemplo, madera es un procedimiento ya establecido en el que se esterifican grupos OH. En el marco de la presente invención ya se constató con sorpresa que se obtiene un material de lignocelulosa con propiedades autoadhesivas cuando los grupos éster introducidos mediante la acetilación se hidrolizan parcialmente de nuevo (es decir, saponificación parcial del material de lignocelulosa acetilado).

40

Un material de lignocelulosa preferido es madera. En el procedimiento de la presente invención, sin embargo pueden emplearse también otros materiales de lignocelulosa como por ejemplo plantas de fibras naturales, bambús, plantas anuales, lino, cáñamo o sisal.

45

La madera que va a someterse a la acetilación puede presentarse como madera maciza o madera sólida (por ejemplo tablas o barras), madera chapeada (por ejemplo materiales de madera delgados, planos) o como madera de partes finas (por ejemplo virutas, fibras, madera troceada, astillas, chips, pellas o lana de madera).

50

Agentes de acetilación adecuados para la acetilación de materiales de lignocelulosa son conocidos por el experto en la materia. Preferiblemente como agentes de acetilación se emplea anhídrido del ácido acético, ácido acético o ceteno (etenona  $CH_2=C=O$ ) o una mezcla de al menos dos de estos compuestos.

55

Las condiciones de procedimiento adecuadas para la acetilación de materiales de lignocelulosa son conocidas por el experto en la materia. A modo de ejemplo puede remitirse a los procedimientos de acetilación descritos en los documentos EP 0 213 252 A1 (anhídrido del ácido acético como agente de acetilación), EP 0 680 810 A1 (anhídrido del ácido acético como agente de acetilación) y DE 102009027635 A1 (ceteno como agente de acetilación).

60

Antes de la acetilación el material de lignocelulosa puede someterse opcionalmente a un secado. Preferiblemente la humedad (humedad de la madera en el caso de madera) del material de lignocelulosa antes de la acetilación asciende como máximo a 12%, más preferiblemente como máximo 5%, por ejemplo de 0,1% a 12%, más preferiblemente de 0,5% a 5%. La humedad F del material de lignocelulosa (en el caso de madera la humedad de la madera) se determina mediante la siguiente relación:

## ES 2 733 705 T3

$$F(\text{en } \%) = [(m_w / m_0)] \times 100\%$$

en donde

- 5  $m_w$  es la masa del agua contenida en la muestra y  
 $m_0$  la materia seca.

La materia seca se determina mediante secado a 103 °C hasta un peso constante.

- 10 Para la acetilación el agente de acetilación (preferiblemente anhídrido del ácido acético) y el material de lignocelulosa pueden ponerse en contacto a temperatura ambiente o bajo ligero calentamiento (por ejemplo a una temperatura de 15-60 °C) o también a temperatura elevada (por ejemplo 60 °C-200 °C).

- 15 El material de lignocelulosa puede impregnarse, por ejemplo, inicialmente a temperatura relativamente baja (por ejemplo 15-60 °C) con el agente de acetilación y a continuación la temperatura por ejemplo se aumenta a 60-200 °C para llevar a cabo la acetilación. Como alternativa es también posible poner en contacto el material de lignocelulosa con un agente de acetilación precalentado de manera correspondiente.

La acetilación puede tener lugar en vacío, a presión normal o también bajo presión elevada.

- 20 Dependiendo del tipo de material de lignocelulosa que va a someterse a acetilación (por ejemplo madera maciza o madera de partes finas) la duración de acetilación puede variar en un amplio intervalo, por ejemplo de 1 hora a 48 horas, más preferiblemente de 1 hora a 24 horas.

- 25 En principio la acetilación puede llevarse a cabo en presencia de un catalizador. Preferiblemente, sin embargo la acetilación se lleva a cabo sin catalizador.

En la producción de material de lignocelulosa acetilado el grado de acetilación AG (en %) se expresa por el aumento de peso relativo en la acetilación mediante la siguiente relación:

30 
$$AG = [(TM2 - TM1) / TM1] \times 100\%$$

en donde

- 35 TM2: materia seca del material de lignocelulosa acetilado  
TM1: materia seca del material de lignocelulosa antes de la acetilación

La materia seca se determina mediante secado a 103 °C hasta un peso constante.

- 40 En el marco de la presente invención el grado de acetilación se sitúa en el intervalo de 1% a 25%, más preferiblemente de 3% a 15%.

El experto en la materia puede determinar sin problema la cantidad de agente de acetilación que va a utilizarse para alcanzar un determinado grado de acetilación.

- 45 Después de realizarse la acetilación del material de lignocelulosa pueden separarse agente de acetilación excedente y posibles subproductos indeseados (como, por ejemplo, ácido acético cuando se usa anhídrido del ácido acético) de la madera acetilada. El experto en la materia conoce procedimientos adecuados para su separación. Por ejemplo, la madera acetilada puede tratarse antes de la etapa de saponificación parcial con agua o vapor de agua, someterse a un vacío y/o tratarse térmicamente. Como alternativa es también posible, someter a la madera acetilada después  
50 de la etapa de acetilación sin tratamiento intermedio adicional a la saponificación parcial.

Por saponización en el marco de la presente invención se entiende la escisión de una esterificación mediante hidrólisis. La saponificación puede tener lugar con un valor de pH ácido, un valor de pH alcalino o también con un valor de pH neutro.

- 55 Mediante la saponificación parcial se escinde de nuevo una parte de los compuestos de éster del ácido acético formados en la etapa de acetilación (es decir, el grado de acetilación se reduce mediante la saponificación).

- 60 Preferiblemente la saponificación parcial de la madera acetilada tiene lugar con un valor de pH ácido. Para ello la madera acetilada se trata con un medio acuoso con contenido de ácido. El ácido que se presenta en el medio acuoso que funciona como catalizador para la saponificación puede ser, por ejemplo, ácido mineral, en particular ácido sulfúrico. En la solución acuosa pueden presentarse también uno o varios ácidos adicionales, por ejemplo ácido acético. Por ejemplo la saponificación parcial se realiza al tratarse el material de lignocelulosa acetilado con ácido acético concentrado (por ejemplo ácido acético al 30-80% (% en masa), que contiene un ácido mineral, por

ejemplo ácido sulfúrico, como catalizador.

5 Tal como ya se ha mencionado anteriormente, la saponificación parcial de la madera acetilada puede tener lugar también con un valor de pH alcalino o neutro. El experto en la materia conoce los medios alcalinos adecuados para la saponificación alcalina de ésteres.

Dependiendo del grado de acetilación alcanzado en la acetilación la duración de la saponificación parcial puede variar en un amplio intervalo, por ejemplo de 1 hora a 48 horas, más preferiblemente de 1 hora a 24 horas.

10 La saponificación parcial del material de lignocelulosa acetilado puede tener lugar a temperatura ambiente o bajo ligero calentamiento (por ejemplo a una temperatura de 15-60 °C) o también a temperatura elevada (por ejemplo 60 °C-200 °C).

15 El material de lignocelulosa acetilado puede impregnarse, por ejemplo, inicialmente a temperatura relativamente baja (por ejemplo 15-60 °C) con el agente de saponificación y, a continuación, la temperatura por ejemplo se aumenta a 60-200 °C para llevar a cabo la saponificación parcial. Como alternativa es también posible, poner en contacto el material de lignocelulosa acetilado con un agente de saponificación precalentado de manera correspondiente.

20 En la saponificación parcial del material de lignocelulosa acetilado el grado de saponificación VG (en %) se expresa mediante la reducción de peso relativa mediante la siguiente relación:

$$VG = [(TM2 - TM3) / TM2] \times 100\%$$

en donde

25

TM2: materia seca del material de lignocelulosa acetilado

TM3: materia seca del material de lignocelulosa obtenido después de la saponificación parcial

30 La materia seca se determina mediante secado a 103 °C hasta un peso constante.

30

El grado de saponificación VG y el grado de acetilación AG cumplen la siguiente condición:

$$VG / AG \leq 0,7$$

35

Preferiblemente se aplica:  $VG / AG \leq 0,6$ ;

Aún más preferiblemente se aplica:  $VG / AG \leq 0,5$ .

En una forma de realización preferida se aplica:

40

$$0,05 \leq VG / AG \leq 0,7;$$

aún más preferiblemente se aplica:

45

$$0,1 \leq VG / AG \leq 0,6;$$

aún más preferiblemente se aplica:

$$0,2 \leq VG / AG \leq 0,5.$$

50 El material de lignocelulosa obtenido después de la saponificación parcial puede someterse opcionalmente también a un tratamiento posterior. Preferiblemente el ácido acético liberado se elimina mediante la escisión de éster. Para ello el material de lignocelulosa después de la saponificación parcial puede tratarse, por ejemplo, con agua o vapor de agua. Opcionalmente este tratamiento posterior puede tener lugar en vacío y/o a temperatura elevada.

55 Tal como va a describirse a continuación aún con más detalle el material de lignocelulosa que se obtiene a través del procedimiento anteriormente descrito presenta propiedades autoadhesivas. Mediante calentamiento del material de lignocelulosa a una temperatura suficientemente alta, por ejemplo en el intervalo de 100 °C a 210 °C, dado el caso completado mediante presión, la superficie del material presenta un comportamiento autoadhesivo (es decir, presenta una pegajosidad propia) y permite por consiguiente la unión de elementos estructurales desde este material con cantidad reducida de adhesivo externo o incluso sin adhesivo externo.

60

Además la presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de un material de lignocelulosa, que comprende

65 - la producción de un material de lignocelulosa modificado químicamente mediante el procedimiento anteriormente

descrito,

- el calentamiento del material de lignocelulosa modificado químicamente y ensamblado para formar un material.

5 Tal como ya se ha mencionado, en el uso de madera como material de partida de lignocelulosa esta puede presentarse como madera maciza o madera sólida (por ejemplo tablas o barras), madera chapeada (por ejemplo materiales de madera delgados, planos) o como madera de partes finas (por ejemplo virutas, fibras, madera troceada, astillas, chips, pellas o lana de madera). Esta forma de la madera se mantiene durante la acetilación y la saponificación parcial siguiente. Por consiguiente también la madera modificada químicamente producida con el procedimiento de acuerdo con la invención se presenta habitualmente como madera maciza, madera chapeada o  
10 madera de partes finas.

Mediante el calentamiento a una temperatura suficientemente alta, habitualmente al menos 100 °C (por ejemplo 100-210 °C), la superficie del material de lignocelulosa modificado químicamente producido según la invención presenta una pegajosidad propia suficiente para permitir un ensamblado para formar un material (por ejemplo material de fibras, material de virutas, en particular placas de virutas, material de madera maciza, material de chapa, material compuesto). El material puede contener, además del material de lignocelulosa modificado químicamente según la presente invención también otros materiales de lignocelulosa y/o materiales que no son madera, como por ejemplo, metal, cerámica o plástico. Los materiales compuestos o compuestos de madera-plástico denominan también como "WPC".  
15

El calentamiento del material de lignocelulosa modificado químicamente puede realizarse de manera conocida a través de una fuente de calor externa, un calentamiento por microondas o un calentamiento por alta frecuencia. Como alternativa o complemento el calentamiento del material de lignocelulosa modificado químicamente puede realizarse también mediante fricción, por ejemplo una fricción entre la superficie del material de lignocelulosa modificado químicamente y un material adicional que va a ensamblarse con el material de lignocelulosa modificado químicamente para formar el material. La fricción puede producirse por ejemplo al pensarse unas con otras las superficies del materiales y moverse después unas contra otras.  
20

El ensamblado del material de lignocelulosa modificado químicamente, opcionalmente junto con uno o varios materiales adicionales como por ejemplo otros materiales de lignocelulosa y/o materiales que no son madera como metal, cerámica o plástico, para formar un material se realiza preferiblemente mediante prensado (es decir a temperatura elevada).  
25

La presente invención se describe en detalle mediante los siguientes ejemplos.  
30

### Ejemplos

En los ejemplos de acuerdo con la invención IE1 y IE2 virutas de abeto rojo se sometieron a una acetilación y a continuación a una saponificación parcial. Debido a sus propiedades autoadhesivas estas virutas de abeto rojo pudieron procesarse sin usar un adhesivo externo hasta formar un material derivado de la madera. En un ensayo comparativo CE1 las virutas de abeto rojo se sometieron solo a una acetilación (bajo las mismas condiciones que en los ejemplos de acuerdo con la invención), aunque a ninguna saponificación parcial.  
35

La acetilación en IE1, IE2 y CE1 se llevó a cabo de la siguiente manera:  
40 Las virutas de abeto rojo se secaron. Teniendo en cuenta la humedad de la madera la masa de virutas correspondiente (350 g (absolutamente seca)) se pesó en un bol para mezclar de acero fino y mediante agitación se mezcló con volumen correspondiente de anhídrido acético. Las virutas se trasladaron a un bol de acero fino. El bol cubierto se colocó a continuación en un armario de secado precalentado. Después de 4 horas se extrajeron las virutas y se lavaron cinco veces con agua del grifo. Las virutas lavadas se secaron. A continuación se determinaron la humedad de la madera y el aumento de masa.  
45

La saponificación parcial de las muestras acetiladas de los ejemplos IE1 y IE2 se llevó a cabo de la siguiente manera:  
50

Las virutas de abeto rojo acetiladas previamente se secaron. Teniendo en cuenta el contenido de humedad se pesó la masa correspondiente de virutas (175 g (absolutamente seca)) en un bol de acero fino. A continuación de acuerdo con el ensayo se produjo una mezcla compuesta de ácido acético (60 %) y ácido sulfúrico concentrado (0,005 (v/v)) que se añadió a las virutas. La mezcla se calentó previamente a 15 °C por debajo de la temperatura deseada (es decir temperatura de reacción de la saponificación). La mezcla de reacción se cubrió y se colocó en el armario de secado precalentado a la temperatura deseada prevista. Después de 4 horas se extrajeron las virutas, se lavaron cinco veces con agua del grifo y se secaron. A continuación se determinaron la humedad de la madera y reducción de masa con respecto a la masa de las virutas acetiladas empleadas.  
55

En la siguiente tabla 1 están resumidas las condiciones de procedimiento.  
60

Tabla 1: condiciones de procedimiento de los ejemplos IE1, IE2 y CE1

Ejemplo	Volumen de anhídrido acético [mL]	Temperatura de reacción de la acetilación [ °C]	Volumen de ácido acético al 60 % [L]	Temperatura de reacción de la saponificación [ °C]
IE1	350	120	1,75	80
IE2	350	100	2,10	80
CE1	350	100	-	-

De las virutas de abeto rojo obtenidas en los ejemplos IE1, IE2 y CE1 se produjo un material derivado de la madera de la siguiente manera:

- 5 Para la producción de las placas de virutas (longitud de borde 220 mm, grosor 4-4,3 mm) se fabricaron inicialmente marcos de fibras de madera en los que a continuación se distribuyeron las virutas (ca. 160 g) manualmente. A continuación se colocaron sobre una placa de metal, se cubrieron con papel y una placa de metal adicional y se prensaron en la prensa hidráulica durante 480 s a 200 °C para formar probetas. Los marcos permanecieron a continuación 600 s en la prensa de modo que se enfriaron a aproximadamente 100 °C. Seguidamente se enfriaron fuera de la prensa a temperatura ambiente

En los materiales derivados de la madera se determinaron las siguientes propiedades:

- 15 - resistencia a la tracción transversal (DIN EN 319:1993-08)  
 - resistencia a la flexión así como módulo de elasticidad-flexión (módulo E-flexión) (DIN EN 310:1993-08)  
 - hinchamiento tras 24 horas almacenamiento de agua (DIN EN 317:1993-08)

Los resultados están resumidos a continuación en la tabla 2.

20 Tabla 2: Propiedades de los materiales derivados de la madera

Ejemplo	Resistencia a la tracción transversal [N/mm <sup>2</sup> ]	Resistencia a la flexión [N/mm <sup>2</sup> ]	Módulo E-flexión [N/mm <sup>2</sup> ]	Hinchamiento 24 h [%]
IE1	0,24	6,1	2.150	19
IE2	0,17	4,9	1.732	20
CE1	0,03	2,0	681	158

Debido a sus propiedades autoadherentes las virutas de abeto rojo de acuerdo con la invención también pudieron procesarse sin usar un adhesivo externo para formar un material derivado de la madera con buenas propiedades mecánicas.

- 25 Por el contrario, las virutas de madera que únicamente se sometieron a acetilación, pero no a saponificación parcial no presentan ninguna propiedad autoadhesiva reseñable. Por tanto, también las propiedades mecánicas del material según CE1 con respecto a las de los materiales de acuerdo con la invención de los ejemplos IE1 y IE2 eran significativamente peores.

30

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de un material de lignocelulosa modificado químicamente, que comprende

- 5 - la acetilación de un material de lignocelulosa con un agente de acetilación obteniéndose un material de lignocelulosa acetilado, en donde la acetilación del material de lignocelulosa presenta un grado de acetilación AG en el intervalo del 1% al 25% y el grado de acetilación se determina mediante la siguiente relación:

$$AG = [(TM2 - TM1) / TM1] \times 100\%$$

10 en donde

TM2: materia seca del material de lignocelulosa acetilado  
 TM1: materia seca del material de lignocelulosa antes de la acetilación

- 15 y  
 - la saponificación parcial del material de lignocelulosa acetilado, en donde por saponificación se entiende la escisión de un compuesto de éster mediante hidrólisis, y mediante la saponificación parcial una parte de los compuestos de éster del ácido acético formados en la etapa de acetilación se disocia de nuevo, en donde la saponificación parcial del material de lignocelulosa acetilado presenta un grado de saponificación VG en %, que se determina mediante la siguiente relación:

$$VG = [(TM2 - TM3) / TM2] \times 100\%$$

25 en donde

TM2: materia seca del material de lignocelulosa acetilado  
 TM3: materia seca del material de lignocelulosa obtenido después de la saponificación parcial;

- 30 y el grado de saponificación VG y el grado de acetilación AG cumplen la siguiente condición:

$$VG / AG \leq 0,7.$$

35 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde el material de lignocelulosa es madera, una planta de fibra natural, bambú, una planta anual, lino, cáñamo o sisal.

3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, en donde la madera es una madera de partes finas, en particular en forma de virutas de madera, fibras, madera troceada, astillas, chips, pellas o lana de madera, una madera maciza o una madera chapeada.

40 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el agente de acetilación es ácido acético, anhídrido del ácido acético o ceteno o una mezcla de al menos dos de estos compuestos.

45 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la saponificación parcial del material de lignocelulosa acetilado se realiza con un valor de pH ácido, alcalino o neutro.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en donde el material de lignocelulosa acetilado se trata con un medio acuoso, que contiene un ácido mineral y opcionalmente ácido acético.

50 7. Procedimiento para la producción de un material de lignocelulosa, que comprende

- la producción de un material de lignocelulosa modificado químicamente mediante el procedimiento según una de las reivindicaciones 1-6,
- calentamiento del material de lignocelulosa modificado químicamente y ensamblado para formar un material.

55 8. Procedimiento según la reivindicación 7, en donde el calentamiento del material de lignocelulosa modificado químicamente se realiza a través de una fuente de calor externa, un calentamiento por microondas, un calentamiento por alta frecuencia y/o mediante fricción.

60 9. Procedimiento según las reivindicaciones 7 u 8, en donde el material es un material de virutas, en particular una placa de virutas, un material de fibra, un material de madera maciza, un material de chapa o un material compuesto.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, en donde el ensamblado para formar el material se realiza mediante prensado.