

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 957**

51 Int. Cl.:

C04B 18/26 (2006.01)

C04B 20/10 (2006.01)

C04B 20/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2010 PCT/GB2010/051563**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2011 WO11033311**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2010 E 10790469 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2477955**

54 Título: **Materiales mejorados**

30 Prioridad:

18.09.2009 GB 0916485

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

07.06.2019

73 Titular/es:

**CCM RESEARCH LIMITED (100.0%)
Kenton House Oxford Street Moreton in Marsh
Gloucestershire GL56 OLA, GB**

72 Inventor/es:

HAMMOND, PETER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 715 957 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

Materiales mejorados

5 La presente invención se refiere a métodos relacionados con la fabricación de materiales que tienen propiedades mejoradas y útiles. En particular, la presente invención se refiere a un método para modificar la superficie de un material, a fin de permitir que el dióxido de carbono sea transportado por la superficie. El dióxido de carbono puede estar unido a la superficie de manera reversible o irreversible.

Por razones medioambientales, existe una necesidad cada vez más urgente de reducir las emisiones de dióxido de carbono hacia la atmósfera. También es muy beneficioso proporcionar medios para eliminar el dióxido de carbono de la atmósfera.

10 El documento de patente DE102007019783 describe un método para cargar fibras en una suspensión de pulpa con carbonato de calcio. El documento de patente JPH05161843 describe aminas soportadas que absorben dióxido de carbono.

Constituye un objetivo de la presente invención proporcionar un método mediante el cual se pueda incorporar dióxido de carbono en un producto útil o facilitar la formación de este.

15 Según la presente invención, se proporciona un método para tratar la superficie de un material, método que comprende los siguientes pasos:

(a) poner en contacto la superficie del material con una composición que comprenda al menos el 40 % en peso de un compuesto amino seleccionado entre amoníaco o una amina, en donde se aplica un exceso del compuesto de amina y

20 (b) poner en contacto la superficie del material con una composición que comprenda dióxido de carbono; en donde el material es un material celulósico que comprende fibras naturales; y en el que la composición utilizada en el paso (b) comprende dióxido de carbono puro o comprende además un diluyente o vehículo; y en el que el paso (b) se lleva a cabo después del paso (a).

25 El uso de fibras naturales puede ayudar a mejorar el perfil ambiental del material tratado por el método de la presente invención.

Las fibras naturales adecuadas para usar en el método de la presente invención incluyen algodón, cáñamo, lino, seda, yute, kenaf, ramio, sisal, kapok, agave, ratán, poroto de soja, vid, plátano, bonote, fibras de tallos y mezclas de ellos.

30 Las fibras adecuadas para su uso en la presente invención pueden proporcionarse como hebras o aglomeraciones, en tamaños que se adecuen a la aplicación pretendida.

Los pasos (a) y (b) de la presente invención se llevan a cabo secuencialmente. El paso (b) comprende poner en contacto la superficie de un material que se ha puesto en contacto con una composición que comprende un compuesto amino, con una composición que comprende dióxido de carbono o una fuente del mismo. Por lo tanto, el paso (b) implica convenientemente poner en contacto una superficie que lleva un compuesto amino con una composición que comprende dióxido de carbono o una fuente del mismo.

35 El paso (a) comprende poner en contacto la superficie del material con una composición que comprende un compuesto amino seleccionado entre amoníaco o una amina. Se puede usar cualquier amina adecuada, incluso aminas aromáticas y alifáticas. Las aminas preferidas son las aminas alifáticas, por ejemplo, alquilaminas, alquenilaminas o alquinilaminas. Dichas aminas pueden estar sustituidas o no. Las aminas sustituidas adecuadas incluyen aminoácidos y aminas de alcohol (alcanolaminas), por ejemplo, de la fórmula $R^1R^2R^3N$, en la cual R^1 es un grupo de la fórmula HO-X-, en el que X representa un grupo alquileo C_{1-4} , con preferencia, un grupo etileno; R^2 representa un átomo de hidrógeno o un grupo de fórmula HO-X-, y R^3 representa un átomo de hidrógeno o un grupo de la fórmula HO-X- (los grupos X son iguales o diferentes). Se prefieren las monoalcanolaminas y las dialcanolaminas, en especial, etanolamina (dietanolamina y/o monoetanolamina).

45 Las aminas especialmente preferidas para su uso en el presente documento son las alquilaminas, por excelencia, las alquilaminas y alcanolaminas no sustituidas.

50 El compuesto amino puede ser amoníaco, una amina primaria, una amina secundaria o una amina terciaria. Las aminas preferidas para uso en el paso (a) de la presente invención son las aminas primarias, las aminas secundarias o las mezclas de las mismas. Las aminas especialmente preferidas para usar en la presente son las alquilaminas primarias o secundarias, en especial, las alquilaminas que tienen hasta 12 átomos de carbono, con preferencia, hasta 10 átomos de carbono, convenientemente hasta 8 átomos de carbono, con mayor preferencia, hasta 6 átomos de carbono, por ejemplo, hasta 4 átomos de carbón. Las aminas preferidas para su uso en este documento son metilamina, dimetilamina, etilamina, dietilamina, propilamina, dipropilamina, butilamina, dibutilamina y mezclas e isómeros de los mismos. En una realización en especial preferida, el paso (a) comprende poner en

contacto la superficie del material con una composición que comprende etilamina, dietilamina o una mezcla de las mismas.

5 La composición usada en el paso (a) de la presente invención puede comprender un compuesto amino concentrado puro, en forma gaseosa o líquida, o puede comprender uno o más componentes adicionales que incluyen, por ejemplo, un diluyente o vehículo. Con preferencia, la composición usada en el paso (a) es una composición líquida. Esto se puede aplicar mediante cualquier técnica adecuada, tal como será de amplio conocimiento para el experto en la materia. Por ejemplo, se puede aplicar mediante pulverización, relleno o inmersión. Convenientemente, una solución de amina en un disolvente se puede aplicar al material, y luego el material se seca para efectuar la evaporación del exceso de disolvente y/o amina. Los disolventes adecuados incluyen agua, disolventes orgánicos y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, la composición usada en el paso (a) comprende un compuesto amino proporcionado como un vapor. Convenientemente, en tales realizaciones, el material se coloca en un recipiente cerrado herméticamente y el vapor del compuesto amino se hace pasar luego a través del recipiente.

15 El paso (a) comprende aplicar una composición que comprende al menos 40 % en peso de compuesto amino, con preferencia, al menos 60 % en peso o al menos el 80 % en peso. Convenientemente, el paso (a) comprende aplicar una composición que comprende al menos 90 % en peso de compuesto amino, por ejemplo, al menos 95 % en peso o al menos 98 % en peso.

Con preferencia, la composición que contiene un compuesto amino contiene al menos 5 % en peso de agua, con preferencia al menos 10 % en peso de agua, por excelencia, al menos 20 % en peso de agua.

20 Con preferencia, las composiciones para usar en el paso (a) consisten esencialmente en agua y el compuesto amino. El compuesto amino, con preferencia, se encuentra en una cantidad tal como se ha definido anteriormente y el agua es el resto de la composición.

En algunas realizaciones preferidas, la composición comprende el compuesto amino como un líquido puro. Sin embargo, los expertos apreciarán que las aminas disponibles en el mercado a menudo contienen mezclas y/o impurezas.

25 No obstante ello, se cree que la presencia de agua en la composición que contiene el compuesto amino es beneficiosa y se prefiere.

Se aplica un exceso del compuesto amino en el paso (a), y este exceso puede eliminarse opcionalmente al final del paso (a), antes del paso (b).

30 El paso (b) de la presente invención comprende poner en contacto la superficie del material con una composición que comprenda dióxido de carbono. Con preferencia, el paso (b) se lleva a cabo después del paso (a) y, por lo tanto, el material ya se ha puesto en contacto con un compuesto amino.

35 La composición usada en el paso (b) puede comprender dióxido de carbono puro o una fuente de dióxido de carbono o puede comprender componentes adicionales, que incluyen, por ejemplo, un diluyente o vehículo. En algunas realizaciones, la composición puede comprender uno o más componentes adicionales que se depositarán sobre la superficie del material.

El paso (b) comprende poner en contacto la superficie del material con una composición que comprenda dióxido de carbono.

40 El paso (b) comprende poner en contacto la superficie del material con una composición que comprenda dióxido de carbono. El dióxido de carbono puede proporcionarse puro como gas dióxido de carbono o como dióxido de carbono supercrítico. De un modo alternativo, el dióxido de carbono puede incorporarse en una composición líquida. En algunas realizaciones, el dióxido de carbono se puede disolver en agua. En algunas realizaciones especialmente preferidas, el dióxido de carbono se disuelve en agua supercalentada.

45 En realizaciones en las que el paso (b) comprende tratar la superficie del material con una composición que comprende dióxido de carbono disuelto en agua o agua supercalentada, este puede estar presente convenientemente como ácido carbónico.

En algunas realizaciones preferidas, el método de la presente invención incluye un paso de pretratamiento antes del paso (a). Convenientemente, el paso de pretratamiento puede efectuar la modificación de la superficie del material. Se cree que la inclusión de tal paso de pretratamiento puede facilitar la interacción posterior de la superficie con el compuesto amino.

50 El paso de pretratamiento puede implicar calentar el material. El material se puede calentar en una atmósfera inerte, en el aire o en una atmósfera particularmente seleccionada.

En algunas realizaciones, el paso de pretratamiento puede implicar poner en contacto el material con una composición de pretratamiento. La composición de pretratamiento puede ser un gas, un líquido o un sólido, por

ejemplo, un material en partículas. Con preferencia, la composición de pretratamiento es una composición líquida. Con mayor preferencia, la composición de pretratamiento comprende un disolvente.

5 En algunas realizaciones preferidas, el paso de pretratamiento implica poner en contacto el material con una composición líquida calentada, con preferencia, un disolvente calentado. En algunas realizaciones, el paso de pretratamiento implica calentar el material con una composición acuosa (que puede incluir agua *per se*). Con preferencia, el paso de pretratamiento implica poner en contacto el material con una composición acuosa calentada, con preferencia agua. Por excelencia, el paso de pretratamiento implica poner en contacto el material con agua supercalentada.

10 El agua supercalentada es agua que está en forma líquida a una temperatura superior a 100 °C. Se mantiene como líquido por la aplicación de presión. El agua supercalentada tiene una temperatura que está entre el punto de ebullición normal de 100 °C y la temperatura crítica de 374 °C. Con preferencia, el paso de pretratamiento de la presente invención implica poner en contacto el material con agua supercalentada, a una temperatura de al menos 110 °C, con preferencia, de al menos 125 °C, con mayor preferencia, de al menos 140 °C, con preferencia, de al menos 150 °C, con mayor preferencia, de al menos 160 °C, por ejemplo, de al menos 170 °C. Convenientemente, el paso de pretratamiento implica poner en contacto el material con agua supercalentada que tenga una temperatura de hasta 370 °C, convenientemente, de hasta 330 °C, con preferencia, de hasta 300 °C, por ejemplo, de hasta 270 °C, convenientemente, de hasta 240 °C, con preferencia, de hasta 230 °C, por ejemplo, de hasta 220 °C, convenientemente, de hasta 210 °C, por ejemplo, de hasta 205 °C.

20 Convenientemente, el paso de pretratamiento, cuando se lleva a cabo, implica poner en contacto el material con agua supercalentada, que tiene una temperatura variable entre aproximadamente 150 °C y alrededor de 200 °C. Una presión típica será de 500 a 5000 kPa, por ejemplo, de 1000 a 4000 kPa, convenientemente, de 1500 a 3000 kPa. Sin embargo, el experto en la materia conocerá la presión necesaria para proporcionar agua supercalentada a la temperatura deseada.

25 El paso de pretratamiento de poner en contacto el material con agua supercalentada se puede lograr por cualquier medio adecuado, como lo entenderá fácilmente el experto en la materia. Con preferencia, el paso de pretratamiento implica bombear agua supercalentada a través de una parte del material. Por lo tanto, el material se colocará típicamente en un recipiente a través del cual se bombea agua supercalentada. Con preferencia, en el paso de pretratamiento, el material se pone en contacto con el agua supercalentada durante al menos 10 segundos, con preferencia, al menos 30 segundos, convenientemente, al menos 45 segundos, con preferencia, al menos 60 segundos. El paso de pretratamiento puede implicar poner en contacto el material con el agua supercalentada durante un período de hasta una hora, por ejemplo, de hasta 45 minutos, con preferencia, de hasta 30 minutos, convenientemente, de hasta 20 minutos, por ejemplo, de hasta 15 minutos.

35 De forma adecuada, después del paso de pretratamiento de poner en contacto el material con agua supercalentada, el material puede secarse opcionalmente. Un método adecuado para secar el material consiste en pasar un gas inerte, por ejemplo, nitrógeno a través del recipiente en el que se está llevando a cabo el tratamiento.

Sin embargo, debe observarse que en realizaciones de la invención se ha llevado a cabo una captura efectiva de dióxido de carbono sin ninguno de tales pasos de pretratamiento; simplemente con la solución de amina aplicada al material suministrado, por ejemplo, las fibras tal como se las suministra.

40 El paso (a) del método de la presente invención se realiza así —con preferencia, aunque no esencialmente— sobre un material que ha sido tratado previamente con agua supercalentada. El paso (a) implica poner en contacto el material con una composición que comprende un compuesto amino. Con preferencia, el paso (a) implica poner en contacto el material con una composición líquida que comprende un compuesto amino. Por excelencia, el paso (a) implica poner en contacto el material con un compuesto amino puro. El paso (a) se puede llevar a cabo a cualquier temperatura y presión adecuadas. Las temperaturas adecuadas son de 0 a 80 °C, por ejemplo, de 5 a 60 °C, convenientemente, de 10 a 40 °C, por ejemplo, de 15 a 35 °C. Convenientemente, en el paso (a), el material se pone en contacto con una composición que comprende un compuesto amino a temperatura ambiente. El paso (a) se puede llevar a cabo a alta presión. Sin embargo, en realizaciones preferidas, el paso (a) implica poner en contacto el material con un compuesto amino a presión atmosférica estándar.

45 Convenientemente, en el paso (a) del método de la presente invención, se produce una interacción entre la superficie del material y el compuesto amino. En realizaciones preferidas en las que el material se ha tratado previamente, por ejemplo, al ponerse en contacto con agua supercalentada, esta interacción se mejora convenientemente. Puede ocurrir cualquier tipo de interacción y esto depende del compuesto amino en particular y del material involucrado. Por ejemplo, puede producirse una interacción electrostática simple, pueden producirse interacciones dipolo-dipolo, puede producirse un enlace de hidrógeno o puede formarse un enlace covalente completo entre el compuesto amino y la superficie del material.

50 Se cree que la superficie del material y el compuesto amino interactúan de una manera que (aunque en la actualidad no se entiende completamente) parece promover la captación del dióxido de carbono en el paso (b).

Lejos de aceptar las limitaciones de la teoría, se cree que el enlace de hidrógeno se produce entre la funcionalidad amino y la superficie. Se cree que tales interacciones de enlaces de hidrógeno entre el compuesto amino y la superficie del material se potencian cuando el material se trata primero con agua supercalentada, ya que el paso de pretratamiento altera los enlaces de hidrógeno existentes dentro del propio material.

- 5 El paso (a) del método de la presente invención implica poner en contacto el material con una composición que comprende un exceso del compuesto amino. El exceso del compuesto amino puede eliminarse opcionalmente después del paso (a).

Con preferencia, el paso (a) implica poner en contacto el material con una composición que comprende un compuesto amino durante al menos 5 segundos, con preferencia, al menos 20 segundos, con mayor preferencia, al menos 30 segundos, por ejemplo, al menos 45 segundos. La composición que comprende el compuesto amino puede ponerse en contacto convenientemente con el material durante un período de hasta 1 hora, por ejemplo, de hasta 45 minutos o de hasta 30 minutos.

10 Con preferencia, la presente invención implica un primer paso de pretratamiento de poner en contacto el material con agua supercalentada, seguido por el paso (a) de poner en contacto el material con una composición que comprende un compuesto amino. Sin embargo, en algunas realizaciones, estos pasos podrían combinarse y el material podría tratarse con una composición que comprenda un compuesto amino disuelto en agua supercalentada.

20 El paso (b) del método de la presente invención implica poner en contacto el material con una composición que comprende dióxido de carbono o una fuente del mismo. Los pasos (a) y (b) pueden combinarse, y el método de la presente invención puede implicar poner en contacto un material con una composición que comprende un compuesto amino y dióxido de carbono o una fuente del mismo. Sin embargo, en realizaciones preferidas, el paso (b) se lleva a cabo después del paso (a) y, por lo tanto, implica poner en contacto un material que lleva un compuesto amino en la superficie con una composición que comprende dióxido de carbono.

Todos los pasos del método de la presente invención se pueden llevar a cabo en el mismo recipiente. Por lo tanto, el método puede considerarse como un proceso "semicontinuo".

25 En el paso (a), el material se pone en contacto con una composición que comprende un compuesto amino y luego en el paso (b), el material se trata con una composición que comprende dióxido de carbono. En algunas realizaciones en las que el material se pone en contacto con una composición que comprende dióxido de carbono, se puede proporcionar dióxido de carbono puro en forma gaseosa. De manera adecuada, se puede bombear gas dióxido de carbono en el recipiente que contiene el material. En algunas realizaciones, el material puede haberse
30 secado después del paso (a). De un modo alternativo, el material todavía puede estar húmedo. En realizaciones en las que el material se pone en contacto con dióxido de carbono gaseoso, esto puede proporcionarse a una presión de hasta 40.000 kPa, con preferencia, de 0,5 a 40.000 kPa, con preferencia de 1 a 40.000 kPa, con preferencia, de 10 a 40.000 kPa, con preferencia, de 30 a 40.000 kPa, con preferencia de 100 a 30.000 kPa, convenientemente de 120 a 10.000 kPa, por ejemplo de 150 a 3000 kPa. En algunas realizaciones, se puede suministrar dióxido de
35 carbono al material a la presión ambiental y, con preferencia, a temperatura ambiente. En realizaciones preferidas, el gas dióxido de carbono está a una presión supraatmosférica.

En algunas realizaciones, el paso (b) podría llevarse a cabo en un ambiente que por naturaleza tiene altos niveles de dióxido de carbono, por ejemplo, en las proximidades de una central eléctrica. Por lo tanto, la presente invención puede implicar un método para capturar carbono de la atmósfera.

40 En algunas realizaciones alternativas, el paso (b) puede comprender poner en contacto el material con una composición en la que el dióxido de carbono se disuelve o dispersa en un disolvente, para proporcionar una composición líquida. En algunas realizaciones preferidas, el dióxido de carbono se disuelve en una composición acuosa. Con preferencia, en composiciones acuosas, el dióxido de carbono puede disolverse para formar ácido carbónico y la composición tendrá un pH ácido, por ejemplo un pH variable entre alrededor de 2 y
45 aproximadamente 4.

En algunas realizaciones preferidas, el dióxido de carbono se puede disolver en agua supercalentada. En tales realizaciones, se prefiere que el paso (b) comprenda poner en contacto el material con dióxido de carbono en agua, a una temperatura de al menos 120 °C, con preferencia, de al menos 150 °C, por ejemplo, de al menos 170 °C. El
50 paso (b) puede comprender poner en contacto el material con una composición que comprenda dióxido de carbono disuelto o disperso en agua supercalentada, a una temperatura de hasta 350 °C, por ejemplo, de hasta 320 °C, convenientemente, de hasta 300 °C, por ejemplo, de hasta 275 °C o de hasta 260 °C. En algunas realizaciones especialmente preferidas, el paso (b) comprende poner en contacto el material con una composición que comprenda dióxido de carbono disuelto en agua supercalentada, a una temperatura variable entre alrededor de 175 y aproximadamente 250 °C, con preferencia, entre alrededor de 225 °C y aproximadamente 250 °C.

55 En realizaciones en las que el dióxido de carbono se disuelve en agua supercalentada, se puede proporcionar como una solución saturada.

Lejos de aceptar las imposiciones de la teoría, se cree que el dióxido de carbono interactúa con el compuesto amino que la superficie del material transporta después del paso (a). La naturaleza de esta interacción no se entiende por completo. Se cree que puede haber una interacción polar, que se puede formar un enlace de hidrógeno o que puede ocurrir un enlace covalente.

5 En algunas realizaciones, la presente descripción proporciona un material que se ha pretratado opcionalmente por contacto con agua supercalentada, que se puso en contacto con una composición que comprende un compuesto amino de acuerdo con el paso (a) y que se puso en contacto con una composición que comprende dióxido de carbono o una fuente del mismo, de acuerdo con el paso (b) y que puede ser útil como medio para almacenar dióxido de carbono. El método puede proporcionar un material compuesto, en el que el dióxido de carbono se
10 retiene en la superficie de una estructura fibrosa, a través de un enlace amino. El dióxido de carbono puede retenerse o unirse permanentemente o puede retenerse de manera tal que pueda liberarse más tarde en una aplicación posterior del material. Por lo tanto, el dióxido de carbono puede fijarse a la superficie del material de manera reversible o irreversible.

15 En algunas realizaciones en especial preferidas, el dióxido de carbono se retiene en la superficie de una manera sustancialmente irreversible. Con esto queremos decir que el dióxido de carbono no se libera con facilidad del material en las condiciones normales en las que se usa el material. En el caso de un material de construcción, por ejemplo, el dióxido de carbono no suele liberarse en condiciones climáticas normales. Por lo tanto, con preferencia, el material es estable en todas las humedades, a la presión atmosférica estándar y a temperaturas de entre -30 °C y 60 °C, por ejemplo, de entre -10 °C y 40 °C. El material es convenientemente resistente a la intemperie, y el dióxido
20 de carbono no se libera en condiciones extremas de calor o frío o en ambientes muy húmedos, muy secos, ventosos o tormentosos.

Mi trabajo experimental ha demostrado que la cantidad de dióxido de carbono que puede retenerse con el método es superior a la cantidad calculada sobre la base de la o las reacciones esperadas entre el dióxido de carbono y la amina. Esto fue inesperado y tiene un gran valor potencial en la captura de dióxido de carbono. El exceso puede ser
25 al menos 10 % en peso, con preferencia, al menos 20 % en peso, sobre la cantidad calculada o estequiométrica.

Los materiales en los que el dióxido de carbono se une en forma permanente a la superficie de un material fibroso se pueden usar como materiales de construcción compuestos para edificar. Estos materiales tienen un perfil mucho más respetuoso con el medio ambiente que los materiales de construcción existentes, en especial en el caso de que se utilice una fibra natural de fuentes renovables como material fibroso base. Dichos materiales compuestos podrían usarse, por ejemplo, en la fabricación de ladrillos o bovedillas.
30

Con preferencia, en los materiales obtenidos por el método de la presente invención, el dióxido de carbono se retiene en la superficie del material y se fija de manera sustancialmente irreversible. Sin embargo, las realizaciones en las que el dióxido de carbono está unido de modo reversible al material están dentro del alcance de la presente invención.

35 Por ejemplo, durante el procesamiento de ciertos materiales, algunas veces conviene agregar un gas durante el procesamiento para ayudar a mezclar el material. Uno de esos gases utilizados es el dióxido de carbono. Por lo tanto, sería ventajoso proporcionar un material en el que se incorpore el dióxido de carbono y que se lo pueda liberar posteriormente cuando sea necesario. La liberación podría desencadenarse por la aplicación de un agente químico, por ejemplo, de un ácido. De un modo alternativo, la liberación podría desencadenarse calentando el material. El
40 método de la presente invención podría usarse, por lo tanto, para fabricar un material en el que el dióxido de carbono pueda liberarse en un paso posterior.

Por ejemplo, las fibras recubiertas con un amino podrían exponerse al dióxido de carbono antes de agregarse a un polímero fundido. El dióxido de carbono blinda la amina del polímero fundido, evitando el curado prematuro o descontrolado. El dióxido de carbono puede migrar o ser expulsado, lo que permite que el compuesto amino se
45 esponga al polímero de una manera controlada. El dióxido de carbono puede reducir la densidad del polímero fundido y mejorar sus propiedades de manejo y flujo, por ejemplo, durante la extrusión o el moldeo.

En el paso (b) del método de la presente invención, una composición que comprende dióxido de carbono en agua supercalentada se pone en contacto, con preferencia, con el material durante un período de al menos 10 segundos, con preferencia, de al menos 30 segundos, convenientemente, de al menos 45 segundos. Puede aplicarse durante
50 un período de hasta 1 hora, por ejemplo, de hasta 45 minutos o de hasta 30 minutos.

Con preferencia, el paso (b) comprende poner en contacto el material con la composición y luego iniciar la precipitación de dicha composición sobre la superficie del material. La iniciación de la precipitación puede efectuarse, por ejemplo, mediante un descenso de la temperatura. Por lo tanto, el paso (b) puede comprender aplicar al material una composición que comprenda dióxido de carbono y luego bajar la temperatura de la
55 composición.

El método de la presente invención puede comprender, además, poner en contacto el material con uno o más agentes de beneficio. Los agentes de beneficio preferidos incluyen minerales, por ejemplo, fosfatos y sales de sulfato. Especialmente preferidos resultan los fosfatos de metales alcalinotérreos, por ejemplo, los fosfatos de

magnesio y calcio, prefiriéndose especialmente los fosfatos de calcio. De este modo se pueden formar materiales de hidroxiapatita.

Convenientemente, en el paso (b) del método de la presente invención, una composición que comprende dióxido de carbono y opcionalmente uno o [más] agentes de beneficio, por ejemplo sales minerales, se pone en contacto con el material. La composición se enfría convenientemente (o se deja enfriar) y/o se reduce su presión. Una reducción en la presión y/o la temperatura puede conducir a una liberación de dióxido de carbono desde la composición. Este dióxido de carbono puede interactuar con el residuo amino transportado por la superficie del material. A medida que se libera dióxido de carbono desde la composición, el pH de la composición aumenta convenientemente, lo que puede reducir la solubilidad de cualquier sal mineral adicional disuelta en ella. Estas sales pueden luego precipitar sobre la superficie del material, "fijando" con eficacia el dióxido de carbono y el compuesto amino a la superficie.

Una ventaja del método de la presente invención reside en que es altamente flexible. Al variar la temperatura y/o el pH y/o la concentración de dióxido de carbono y/o los componentes adicionales (tales como los agentes de beneficio) en la composición, es posible afectar significativamente las propiedades del material obtenido por el método de la presente invención. Por lo tanto, el método de la presente invención puede adaptarse para suministrar un material que tenga propiedades particulares deseadas. El método podría usarse para producir un material muy duro, similar a la piedra, o un material más blando, más semejante a la tiza. Como resultado, la utilidad potencial de los productos preparados por el método de la presente invención es amplia y variada.

La elección de un agente de beneficio adecuado puede depender del uso final previsto del material producido por el método. Si el material está destinado a ser utilizado en aplicaciones de construcción, entonces se puede usar un mineral, tal como un fosfato. La selección de un agente de beneficio apropiado puede permitir la producción de un material que tenga una propiedad particular. Por ejemplo, la inclusión de un agente de beneficio que comprenda un compuesto halogenado o un componente de fosfato puede permitir que el método de la presente invención se use para proporcionar un producto que tenga propiedades ignífugas.

En algunas realizaciones en las que la superficie del material se ha adaptado de manera que transporte dióxido de carbono, podría ponerse en contacto entonces con una composición que comprenda otro agente de beneficio que permita que el metal se deposite sobre la superficie del material. Esto podría proporcionar un material que sea magnética y/o eléctricamente conductor.

En realizaciones preferidas de la presente invención, el o los agentes de beneficio adicionales pueden incluirse en la composición aplicada al material en el paso (b).

En realizaciones alternativas, el método de la presente invención puede comprender uno o más pasos adicionales que se lleven a cabo después del paso (b), en los que el material se ponga en contacto con una composición que comprenda uno o más agentes de beneficio adicionales. Tales composiciones pueden comprender un diluyente o disolvente, por ejemplo, agua. Por lo tanto, la presente invención puede comprender un paso adicional después del paso (b) de poner en contacto el material con una composición acuosa, que comprenda uno o más agentes de beneficio. Dicha composición acuosa puede calentarse convenientemente, por ejemplo, a una temperatura de 40 a 95 °C, convenientemente de 50 a 90 °C, por ejemplo, de 60 a 80 °C. El paso adicional puede comprender poner en contacto el material con una composición a esta temperatura y luego permitir que la temperatura caiga (o enfriar activamente la composición) para que el o los agentes de beneficio adicionales se depositen (por ejemplo, por precipitación) sobre la superficie del material. De un modo alternativo o adicional, el depósito sobre la superficie del material puede iniciarse por un cambio en el pH y/o un cambio en la presión.

Sin embargo, en realizaciones especialmente preferidas, el paso (b) comprende poner en contacto el material con una composición que comprende agua supercalentada, la cual tiene dióxido de carbono y uno o más agentes de beneficio disueltos allí.

El depósito del dióxido de carbono y/o uno o más agentes de beneficio sobre la superficie del material puede iniciarse por una caída en la presión y/o la temperatura y/o por un cambio en el pH.

El método de la presente invención puede comprender uno o más pasos adicionales, en los que se deposita un mineral u otro material sobre la superficie de un material, por precipitación desde una composición que se pone en contacto con el material. La flexibilidad del método de la presente invención permite controlar el tamaño de las partículas depositadas sobre el material. Se ha encontrado que las partículas que tienen un intervalo de tamaños de entre 10^{-9} m y 10^{-5} m pueden depositarse sobre la superficie de un material. Una gama tan amplia de tamaños de partícula posibles significa que se pueden producir materiales compuestos que tengan una amplia variedad de propiedades.

Los productos descritos pueden ser sólidos monolíticos, sólidos granulares, partículas alargadas, líquidos o suspensiones. Los sólidos monolíticos pueden usarse como tales, o después de comprimirlos o maquinarlos para darles forma. Los sólidos granulares se pueden comprimir para formar sólidos monolíticos. Es posible usar sólidos granulados o materiales en partículas alargadas como materiales de refuerzo, por ejemplo, en el hormigón o materiales poliméricos. Se pueden usar sólidos granulares para obtener productos reforzados que tengan propiedades isotrópicas. Es posible utilizar partículas alargadas con el fin de obtener productos reforzados, que

posean propiedades anisotrópicas, que surjan del control de la orientación de las partículas alargadas. Los líquidos o suspensiones se pueden emplear como tales en el hormigón o se pueden secar, para otros usos.

En una realización preferida, la presente invención proporciona un método para tratar la superficie de un material, método que comprende los siguientes pasos:

- 5 (i) de un modo opcional, poner en contacto el material con agua supercalentada;
- (ii) poner en contacto la superficie del material con una composición que comprenda un compuesto amino;
- (iii) poner en contacto la superficie del material con una composición que comprenda dióxido de carbono y
- (iv) de un modo opcional, poner en contacto el material con una composición que comprenda uno o más agentes de beneficio.

- 10 Es posible combinar y/o repetir cualquiera de los pasos (i) a (iv). El paso (iii) se lleva a cabo después del paso (ii).

La descripción proporciona un material tratado de acuerdo con el método de la invención.

El material tratado con el compuesto amino puede almacenarse o transportarse, para su posterior tratamiento con dióxido de carbono. Por lo tanto, tal material es un potencial artículo de comercio.

- 15 En algunas realizaciones, el material podría usarse en la construcción, por ejemplo, como una carga en el hormigón. Con esto se lograría un hormigón más ecológico, en el que se almacenen grandes volúmenes de dióxido de carbono dentro del material. Se cree que podrían incorporarse hasta 200 kgm^{-3} en dicho material.

La densidad del material puede variar considerablemente, dependiendo de las condiciones usadas para preparar el material. Por ejemplo, puede producirse un material duro, muy denso, o puede formarse un producto más poroso y más ligero.

- 20 Un material puede ser útil como material aislante térmico en edificios, particularmente cuando se desea un producto de baja densidad.

Se contemplan varias aplicaciones especializadas para los productos.

El método podría usarse para producir un material que sea un buen aislante eléctrico o térmico. El método podría usarse para producir un material que tenga buenas propiedades eléctricas, magnéticas o de conducción de calor.

- 25 El método podría usarse para producir paneles reforzados con partículas alargadas, preparados usando el método de la invención. Los paneles o láminas podrían ser cementosos o poliméricos.

El método podría usarse para producir un material que tenga propiedades piroretardantes.

La presente descripción también puede proporcionar materiales que tienen utilidad en el sector médico. Se cree que el método podría usarse para producir un material biocompatible. Por ejemplo, un material poroso de baja densidad podría usarse como un andamio óseo. También se prevé que los productos porosos puedan utilizarse para proporcionar un sistema de administración para fármacos de liberación lenta.

- 30 La presente invención proporciona un método para producir una amplia gama de materiales que tienen muchas propiedades diferentes. Sin embargo, todos estos materiales incorporan dióxido de carbono y tienen un buen perfil ambiental, en especial cuando se basan en fibras naturales que se cultivan a partir de fuentes renovables. Una ventaja adicional de usar fibras naturales es que pueden promover un crecimiento ventajoso de los cristales.

En realizaciones en las que el método se lleva a cabo a gran escala, por ejemplo en la producción de materiales de construcción, sería ventajoso realizar el método cerca de una central eléctrica. Las centrales eléctricas producen grandes cantidades de dióxido de carbono y agua caliente, y estos subproductos podrían usarse directamente en el método de la presente invención para obtener materiales de construcción compuestos útiles.

- 40 A modo de ejemplo, solo se describirá ahora la preparación de materiales de acuerdo con el método de la presente invención.

Ejemplo 1

Se cargó un recipiente con una masa de fibras de algodón, seguidas por agua supercalentada, a una temperatura de $180 \text{ }^\circ\text{C}$. Las fibras se sumergieron en el agua supercalentada durante 5 minutos, antes de eliminarla por bombeo.

- 45 El recipiente se cargó luego con un exceso de etilamina y se dejó durante 10 minutos, en condiciones ambientales.

Se preparó una composición por supercalentamiento de agua a presión, hasta una temperatura de $225 \text{ }^\circ\text{C}$. El gas de dióxido de carbono se bombeó en el agua supercalentada para lograr la saturación, y la composición también se

saturó con fosfato de calcio. La disolución de altos niveles de dióxido de carbono disminuye el pH de la composición, lo que permite alcanzar altas concentraciones de fosfato de calcio.

5 La composición supercalentada se suministró al recipiente que contenía el material que estaba en condiciones ambientales. Luego, este recipiente se cerró herméticamente. Debido a la caída inmediata de la presión y la temperatura, se liberó dióxido de carbono desde la composición y esto unió las fibras.

La pérdida de dióxido de carbono desde la composición supercalentada hace que aumente el pH de la composición, lo que, junto con la caída de la presión, conduce a una reducción de la solubilidad del fosfato de calcio. Esto entonces también precipita rápidamente sobre la superficie de las fibras, que se fijan en el dióxido de carbono. Después de 5 minutos, se extrajo por bombeo del material, el exceso de la composición y se recicló.

10 El material así obtenido tenía una textura arenosa. Se lo puede secar para formar un material de construcción compuesto útil. De un modo alternativo, el material húmedo se puede incorporar directamente en el cemento.

15 Las propiedades del material obtenido varían de acuerdo con la velocidad de enfriamiento de la composición. En algunas realizaciones se puede usar un enfriamiento muy rápido. En realizaciones alternativas, la composición puede dejarse enfriar lentamente, a temperatura ambiente. El material obtenido en cada caso tendría propiedades muy diferentes.

Ejemplo 2

20 En esta realización simple, pequeños fragmentos de papel de desecho, provenientes de una papelera, tal como se proveen y sin ningún pretratamiento, y a temperatura y presión ambientales, se sumergieron en un exceso del 70 % en peso de una solución de dietanolamina acuosa durante 10 minutos y se drenó del exceso de solución de dietanolamina. Se mezcló 30 % en peso de hidróxido de calcio sobre el peso de la fibra seca. El material resultante se colocó en una placa de Petri de 6 cm de diámetro, en un recipiente cerrado herméticamente, a temperatura y presión ambientales, y se sometió a un flujo de dióxido de carbono, durante 30 minutos. El dióxido de carbono se absorbió y al final del proceso, había un bloque monolítico que pudo levantarse de la placa de Petri. El bloque era liviano, pero tenía propiedades mecánicas razonablemente buenas y podía ser adecuado para su uso como material de aislamiento térmico en edificios.

25

REIVINDICACIONES

1. Un método para tratar la superficie de un material, método que comprende los siguientes pasos:
- 5 (a) poner en contacto la superficie del material con una composición que comprenda al menos el 40 % en peso de un compuesto amino seleccionado entre amoníaco o una amina, en la que se aplica un exceso del compuesto amino y
- (b) poner en contacto la superficie del material con una composición que comprenda dióxido de carbono; en donde el material es un material celulósico que comprende fibras naturales; y en el que la composición utilizada en el paso (b) comprende dióxido de carbono puro o comprende, además, un diluyente o vehículo; y en el que el paso (b) se lleva a cabo después del paso (a).
- 10 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto amino es amoníaco.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto amino es una amina o alcanolamina alifática sustituida o no sustituida.
4. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la composición usada en el paso (a) es una composición líquida, que comprende una solución del compuesto amino en un disolvente, con preferencia, agua.
- 15 5. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el método incluye un paso de pretratamiento antes del paso (a), en el que el paso de pretratamiento implica calentar el material.
6. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el paso (b) comprende poner en contacto el material con la composición y luego iniciar la precipitación de dicha composición sobre la superficie del material.
- 20 7. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el método comprende, además, poner en contacto el material con uno o más agentes de beneficio.
8. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el material tratado contiene una masa de dióxido de carbono en exceso de la masa de dióxido de carbono calculada sobre la base de la reacción entre la amina y el dióxido de carbono.
- 25