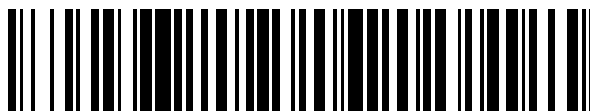


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 182**

51 Int. Cl.:

B29B 17/00 (2006.01)

B29C 70/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2011** **PCT/US2011/028571**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2011** **WO11116030**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2011** **E 11756885 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017** **EP 2547509**

54 Título: **Materiales compuestos reciclados y métodos relacionados**

30 Prioridad:

15.03.2010 US 340286 P

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

08.03.2018

73 Titular/es:

GFSI GROUP LLC (100.0%)
21222 30th Drive SE, Building C, Suite 130
Bothell, WA 98021, US

72 Inventor/es:

WEYANT, KENNETH;
LILLY, DON y
ESSES, LUDLOW

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 658 182 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 compuestos reciclados y métodos relacionados

5 Referencia cruzada a las solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos N.º 61/340.286, presentada el 15 de marzo de 2010.

10 Campo de la divulgación

La presente divulgación se refiere al reciclado y reutilización de materiales compuestos, tales como fibra de vidrio y otros materiales reforzados con fibra, para crear nuevos productos.

15 Antecedentes de la divulgación

Casi toda la industria utiliza fibra de vidrio y materiales reforzados con fibra para una diversidad de componentes y productos. La demanda mundial de estos materiales se ha disparado debido a un aumento de la demanda de productos de consumo e industriales, especialmente en electrónica, aeronaves, construcción, energías renovables, automoción y desarrollo de infraestructuras (por ejemplo, estructuras públicas). En Estados Unidos, China e India, casi un 80 % de las compras de los consumidores se desechan después de un solo uso. Estas economías ofrecen una gran oportunidad para capitalizar el excedente de materiales de desecho que se pueden usar. También se espera que la demanda mundial de energía limpia y la mejora de las infraestructuras impulse el crecimiento de la industria de fibra de vidrio compuesta en el futuro.

El gobierno de Estados Unidos se ha interesado cada vez más en el desarrollo de infraestructuras de energía sostenible. Los recursos eólicos en tierra podrían generar cerca de 37.000.000 de gigavatios-hora al año, más de nueve veces el consumo total de electricidad actual en Estados Unidos. En 2009, la industria eólica añadió casi 10.000 megavatios de nueva capacidad, suficiente para alimentar el equivalente a 2,4 millones de hogares o generar tanta electricidad como tres grandes de energía nuclear plantas. Por lo tanto, se espera que la demanda de fibra de vidrio de los fabricantes de aerogeneradores crezca de manera considerable durante la próxima década. Una sola pala de de turbina puede requerir 13.000 kg (28.600 libras) de fibra de vidrio.

La fibra de vidrio y materiales reforzados con fibra también están en demanda en la construcción de edificios, carreteras y otras infraestructuras. En Estados Unidos, se espera que la demanda de aislamiento aumente en un 5,3 % anualmente hasta 2012, basándose en un crecimiento renovado en la construcción de viviendas. La fibra de vidrio seguirá siendo el principal material de aislamiento y superará la demanda del segundo tipo más grande, el plástico espumado. Los materiales de construcción de fibra de vidrio son el avance más nuevo y prometedor en la industria de los materiales de construcción. En el pasado, las puertas de acero y ventanas de vinilo de plástico dominaban el mercado de la construcción. Pero las tendencias del mercado están transformando rápidamente el mercado. La fibra de vidrio es estéticamente más agradable que el acero y el vinilo, y se puede diseñar para que parezca idéntica a la madera pero se puede utilizar durante décadas. Aunque las ventanas de vinilo no se pueden pintar, los marcos de fibra de vidrio se pueden pintar en cualquier color. De 2000 a 2005, el mercado de puertas de fibra de vidrio aumentó de un 9 % a un 23 % y se esperaba que alcanzara un 33 % hacia finales de 2009. De hecho, las puertas y ventanas de fibra de vidrio se han convertido en el material preferente para los productos de construcción de ese tipo. Otras áreas de crecimiento son las tuberías, postes de energía, construcción de automóviles y marinos.

El hormigón se puede reforzar en un 70 % usando plástico reforzado con fibra de vidrio reciclada (FRP). Además, se ha demostrado que el material de FRP también mejora el asfalto, el caucho y los productos de madera. El material se puede aplicar para mejorar, postes de barandillas protectoras, colocar bloques para muros de puentes, juntas de expansión, postes de señalización, barreras contra el ruido, barreras de tráfico, postes de luz, frenos, control de erosión y revestimientos y rellenos de fijación rápida. Los materiales de FRP se pueden usar en la reparación de carreteras en malas condiciones y en la reparación de puentes en Estados Unidos.

Sin embargo, en muchos aspectos, la fibra de vidrio y los materiales reforzados con fibra se han vuelto problemáticos tanto en los mercados de consumo como comerciales debido a los efectos ambientales negativos. El aislamiento de la fibra de vidrio, entre otros productos, por ejemplo, ahora se considera un peligro potencial para el medio ambiente y la salud de uno si se inhala. De hecho, el estado de California exige que "los productores de fibra de vidrio usen al menos un treinta por ciento de la recogida selectiva post-consumidor en fibra de vidrio para el aislamiento de edificios con fibra de vidrio fabricados o vendidos en California" (California Integrated Waste Management Board, 2009). Al mismo tiempo, existe una creciente demanda de productos de consumo para reciclar y reciclados en Estados Unidos. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental, los estadounidenses están reciclando ahora más que en ningún momento en la historia de Estados Unidos. En 1990, los estadounidenses reciclaron un 16 % de los residuos, un porcentaje que aumentó a un 32 % en 2005. Los desechos sólidos municipales también disminuyeron de dos millones de toneladas a poco menos de 246 millones de toneladas en

todo el país.

La fibra de vidrio y otros materiales reforzados con fibra han sido difíciles de reciclar durante mucho tiempo en productos nuevos y útiles. Algunos fabricantes de artículos de fibra de vidrio, por ejemplo, están tratando de aumentar radicalmente el uso de fibra de vidrio recuperada en los procesos de producción. Aunque estas compañías han investigado métodos para recuperar fibra de vidrio para productos de consumo tanto nacionales como internacionales, los fabricantes solo han podido obtener suficiente fibra de vidrio recuperada para reemplazar de un diez a un veinticinco por ciento de las resinas vírgenes usadas en productos de fibra de vidrio. En muchos casos, los artículos de gran escala tales como palas de turbinas de molinos teóricos compuestas simplemente se entierran en vertederos o se queman. Hay muchas razones para el interés en maximizar el uso de productos recuperados reforzados con fibra. Aún que la fibra de vidrio recuperada ofrece una forma de reducir los costes de fabricación, las preocupaciones ambientales también están motivando a los fabricantes a reutilizar o reciclar productos reforzados con fibra. Los consumidores están mostrando una preferencia hacia los fabricantes ambientalmente conscientes, y los gobiernos federales y estatales están investigando las exigencias de un calendario para eliminar la fibra de vidrio de la corriente de desechos o las exigencias del uso de materiales reciclados compuestos en productos terminados.

Los últimos intentos para reciclar fibra de vidrio han fracasado porque el proceso de descomposición de los materiales descartados era demasiado complejo y costoso, y porque el sistema de recogida para asegurar un amplio suministro de materiales entrantes no estaba en su lugar. Los equipos anteriores carecían del avance necesario para producir productos recuperados con fibra reforzada viables. Muchas de las empresas fracasaron porque no pudieron obtener suficientes materias primas para satisfacer las demandas. Además, las preocupaciones sobre la responsabilidad contingente impidieron que algunos generadores enviaran materiales para reciclar.

No se debe interpretar que la cita de documentos en el presente documento refleje una admisión de que cualquier cosa es una técnica anterior relevante. Además, su cita no es una indicación de una búsqueda de divulgaciones relevantes. Todas las declaraciones con respecto a la fecha o fechas o contenidos de los documentos se basan en la información disponible y no son una admisión en cuanto a su exactitud o corrección.

El documento de Patente de Estados Unidos N.º 5.681.194 desvela un producto que contiene resina reforzada reciclada que comprende una cantidad de piezas de resina reforzada con fibra mezcladas con una cantidad de material de agregado granular y un aglutinante, en el que las piezas de resina reforzadas con fibra y el agregado granular se entremezclan con el aglutinante, seleccionándose el aglutinante a partir de materiales que tienen inicialmente un estado plástico, en el que las piezas de resina reforzadas con fibras y el agregado granular se pueden entremezclar, y los materiales aglutinantes se pueden endurecer a partir de ese momento a temperatura ambiente en una masa dura sin la aplicación de calor, y un método de fabricar dicho producto que contiene resina reforzada con fibra reciclada, y aparatos para la fabricación de dicho producto que contiene resina reforzada con fibra reciclada.

El documento EP 0517175 desvela un proceso para la recuperación de residuos de plástico triturando los residuos, mezclándolos con plástico curable recién preparado, y curando la mezcla para dar molduras. En este proceso, el desecho de plástico en primer lugar se tritura previamente en forma seca y posteriormente se somete a molienda en estado mojado en presencia de resina sintética líquida curable o en un líquido inerte.

Breve resumen de la divulgación

La divulgación se refiere a productos que contienen material compuesto así como a métodos para procesar material y métodos de fabricación de los productos. En muchos casos, el material compuesto es fibra de vidrio u otro material reforzado con fibra, incluyendo fibra de vidrio reciclado o material que contiene fibras recicladas. El material compuesto se descompone en partículas que se usan para formar nuevos productos. Los nuevos productos se pueden diseñar para que no emitan compuestos orgánicos volátiles (VOC) ni contaminantes atmosféricos nocivos, incluso en los casos en que el material compuesto emite VOC o contaminantes atmosféricos nocivos antes de su uso, se desvela en el presente documento. Los productos se pueden diseñar para su uso en aplicaciones estructurales, siendo ejemplos no limitantes carreteras, traviesas de ferrocarril, barreras de tráfico, postes de teléfono y barras transversales de postes de teléfono, tablas de muelle, muros de contención, pilotes, paradas de parachoques y postes. En otras aplicaciones, los productos pueden ser para uso en productos de consumo no estructurales o decorativos.

La presente invención proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1 y un producto compuesto curado de acuerdo con la reivindicación 2.

En un primer aspecto, la divulgación incluye un método para procesar material compuesto en piezas más pequeñas, opcionalmente con resina liberada del material. En algunos casos, el material compuesto es fibra de vidrio u otro material reforzado con fibra, y el método produce piezas de fibra y resina y/o piezas que son una mezcla de fibra y resina. En algunas realizaciones, las partículas pequeñas se usan para formar nuevos productos compuestos como se desvela en el presente documento.

En un segundo aspecto, la divulgación incluye un método para producir productos con el material compuesto procesado producido con un método que se desvela en el presente documento. En algunos casos, el material procesado es fibra de vidrio o materiales reforzados con fibra reciclados o recuperados como se desvela en el presente documento.

En algunas realizaciones, los métodos de la divulgación se pueden visualizar como el reciclado de materiales compuestos o materias primas que se desperdician o se dañan más allá de su utilidad. En muchas realizaciones, los materiales compuestos son grandes productos terminados, tales como cascos de embarcaciones, piezas de aviones y palas de molinos eólicos compuestos como ejemplos no limitantes. En tales casos, el los materiales compuestos se pueden procesar adicionalmente, antes o después de su uso en un método desvelado en el presente documento, para eliminar contaminantes o componentes no deseados.

En otras realizaciones, los métodos de la divulgación se ponen en práctica en relación con la producción de productos compuestos con componentes reciclados. Los componentes reciclados de la divulgación incluyen material compuesto, tal como fibra de vidrio u otro material reforzado con fibra, que se ha procesado con un método que se desvela en el presente documento. En muchos casos, los productos producidos no emiten o emiten cantidades bajas de VOC o contaminantes atmosféricos nocivos.

En realizaciones adicionales, los métodos de la divulgación se ponen en práctica en relación con un programa de reciclado que establece la medida inicial de las cantidades de generación de residuos y proporciona objetivos y finalidades para reducir la generación de residuos. El programa rastrea la reducción de los residuos y puede informar de los resultados en una base anual o de otro tipo. Las reducciones de residuos se pueden convertir en equivalentes de carbono para los que se puede proporcionar una certificación.

En un aspecto adicional, la divulgación incluye productos que contienen materiales compuestos procesados con un método divulgado. En muchos casos, el material compuesto procesado es fibra de vidrio u otros materiales reforzados con fibra reciclados o recuperados. Los productos pueden ser estructurales o no estructurales y también pueden tener aspectos decorativos.

En otras realizaciones no limitantes, los productos incluyen componentes adicionales tales como caucho, plásticos, partículas sólidas agregadas, roca agregada, sílice, ceniza suelta, cemento, arena y otros tipos de roca o grava triturada.

En realizaciones adicionales, los productos se producen mediante el curado del material compuesto procesado junto con un sistema de resina.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un gráfico que ilustra un método de procesamiento de materiales compuestos.

La Figura 2 es un gráfico que ilustra un método de reciclado de materiales compuestos para producir nuevos productos compuestos sólidos.

La Figura 3 es un gráfico que ilustra un método de procesamiento de materiales compuestos en paralelo con el procesamiento de reciclaje o créditos de carbono.

Descripción detallada de modos para poner en práctica la divulgación

Como se describe en el presente documento, la divulgación incluye un método para procesar, o descomponer, un material compuesto para su uso posterior, tal como la producción de un producto como se desvela en el presente documento. En algunos casos, el método produce partículas a partir de un material compuesto o un material compuesto recuperado (o reciclado). Un método desvelado para descomponer material compuesto puede incluir, como ejemplo no limitante, despedazar, trocear, cortar en trozos, cortar, desgarrar, rasgar, golpear moler o de otro modo degradar un material compuesto para formar piezas pequeñas de de material compuesto. Las piezas pequeñas de material compuesto se pueden moler para formar partículas más pequeñas de material compuesto.

En algunas realizaciones, un método de la divulgación se poner en práctica con una trituradora comercial o industrial y una trituradora de productos de fibra de resina comercial o industrial tal como una Trituradora Seawolf FRP. En algunos casos, una trituradora y/o aparato de trituración de la divulgación es portátil, de modo que el procesamiento del material compuesto se puede producir en el sitio o en la ubicación del material, reduciendo de este modo los costes de transporte.

En muchas realizaciones, el material compuesto utilizado en un método desvelado recicla productos compuestos existentes previamente o materias primas que son residuos, excedentes o productos dañados más allá de su utilidad. Los ejemplos no limitantes de fuentes de materiales de este tipo incluyen chatarra y fibras de hilado curadas o no curadas de fabricantes y fabricantes de productos de fibra de vidrio y plásticos reforzados con fibras, cascos de embarcaciones y otros equipos marinos, palas de turbinas compuestas, incluyendo palas de molinos eólicos y piezas de aviones. En muchos casos, los materiales de entrada son materiales reforzados con fibras formadas a partir de

poliéster y resina de estireno. Los ejemplos no limitantes de materiales de fibra incluyen fibra de vidrio, grafito, carbono, nailon y KEVLAR® y otras fibras sintéticas.

En algunos casos, el material compuesto es demasiado grande para ajustarse en la trituradora o trituradora. Por lo tanto, los métodos de la divulgación pueden incluir triturar, cortar, trocear, desgarrar, rasgar o de otro modo reducir las piezas grandes de material compuesto a un tamaño y forma que se ajuste a una trituradora, cortadora, picadora o triturador comercial o industrial. En la técnica se conocen procesos o procedimientos de corte o trituración para reducir el tamaño de los materiales compuestos, incluyendo los procesos y procedimientos que requieren permisos aéreos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) para el funcionamiento en interiores o exteriores.

En algunas realizaciones, los materiales compuestos se ordenan por tamaño y contenido antes de su procesamiento como se desvela en el presente documento. Los materiales compuestos también se pueden limpiar antes de su procesamiento con disolventes o limpiadores apropiados antes o durante el proceso de descomposición. En algunos casos, la limpieza se produce antes de la trituración. En muchas realizaciones, el material compuesto incluye componentes adicionales que son indeseables para su inclusión en nuevos productos compuestos, o se ha combinado material extraño con el material compuesto. Los ejemplos no limitantes de los contaminantes de este tipo incluyen productos de madera y metales ferrosos y no ferrosos. En tales casos, se puede realizar un procesamiento adicional del material compuesto para eliminar el o los contaminante(s). Los ejemplos no limitantes de procesamiento adicional incluyen la exposición de los materiales compuestos a un imán o superficie magnética para atraer y eliminar los contaminantes metálicos seleccionados. Los imanes de este tipo pueden ser parte de un sistema de transporte tal como un transportador vibratorio. A modo de otro ejemplo, las piezas o partículas de material compuesto se pueden colocar en un dispositivo giratorio tal como una centrifugadora o un ciclón y centrifugarse a altas revoluciones para que los objetos más pesados, tales como piezas de metal o piedra, se separen de las piezas o partículas más ligeras de material compuesto. Por supuesto, se pueden realizar múltiples procesos de separación en relación con cada uno de los actos en un método de la divulgación. En muchos casos, cualquier metal recogido a partir de estos y otros procesos de separación conocidos en la técnica también se pueden reciclar.

La divulgación también incluye métodos que incluyen para triturar pequeñas piezas de material compuesto en partículas más pequeñas de materiales compuestos. Opcionalmente, no es necesario separar las partículas, que pueden comprender tanto fibra como resina, en componentes de fibra y resina como se desvela en el documento de patente de Estados Unidos N.º 5.569.424. Las partículas se pueden usar además para formar un producto compuesto sólido como se desvela en el presente documento. Como un ejemplo no limitante, las partículas se pueden combinar con un sistema de resina para producir un producto compuesto sólido reforzado con fibra. En otros casos, las partículas se pueden combinar con otros aglutinantes secos, cargas, agentes de refuerzo o agentes de resistencia para producir un producto de mezcla seca. En casos adicionales, las partículas se pueden usar como un aditivo o como una matriz de refuerzo para aumentar la vida útil del producto, resistencia y/o durabilidad de un producto mejorado. Los ejemplos no limitantes de un producto mejorado incluyen resinas de plástico, fundiciones de resina, revestimientos, tableros de fibra, barreras de tráfico, traviesas de ferrocarril, tablas, hormigón, caucho y productos compuestos de madera.

En muchas realizaciones, las piezas pequeñas a limar no tienen un tamaño superior a aproximadamente 76 mm (tres pulgadas) de diámetro. En otras realizaciones, las piezas de la invención no tienen un tamaño superior a aproximadamente 64 mm (2,5 pulgadas), no superior a aproximadamente dos pulgadas, o no superior a aproximadamente 38 mm (1,5 pulgadas) de diámetro. En algunas realizaciones, las piezas tienen un tamaño de menos de aproximadamente 25 mm (una pulgada) a aproximadamente 76 mm (tres pulgadas) de diámetro. Como se usa a través de la presente divulgación, el término "aproximadamente" seguido por un valor numérico indica un intervalo que incluye el valor y los valores numéricos que son entre un diez (10) por ciento mayores que a un diez (10) por ciento menores que el valor numérico.

En otras realizaciones, las piezas pequeñas pueden tener la figura o forma de varillas, tiras, cubos, prismas rectangulares, cilindros, o formas irregulares, en las que la anchura o longitud de la forma es inferior a aproximadamente 610 mm (24 pulgadas). En otras realizaciones, las piezas tienen una anchura o longitud inferior a aproximadamente 460 mm (18 pulgadas), inferior a aproximadamente 300 mm (12 pulgadas), inferior a aproximadamente 250 mm (10 pulgadas), inferior a aproximadamente 200 mm (8 pulgadas), inferior a aproximadamente 150 mm (6 pulgadas), inferior a aproximadamente 100 mm (4 pulgadas) o inferior a aproximadamente 50 mm (2 pulgadas).

En muchas realizaciones, el proceso de molienda desvelado produce partículas con una longitud de fibra promedio de aproximadamente 6 mm (un cuarto de pulgada) o inferior.

Como se describe en el presente documento, un método de la divulgación comprende fabricar o formar productos compuestos sólidos con partículas de material compuesto. El material compuesto puede ser material "reciclado" producido por el proceso de descomposición se desvela en el presente documento. Por lo tanto, la divulgación incluye un método para procesar un material compuesto como se describe en el presente documento para formar partículas de material compuesto que a continuación se usan para producir un producto compuesto sólido. En

algunas realizaciones, el método incluye trituración, prensado y/o molienda de un material compuesto, tal como un material recuperado, en partículas, combinar las partículas con resina para formar una mezcla, colocar la mezcla en una forma o un molde, y curar la mezcla para formar un producto compuesto sólido.

Por supuesto, las partículas producidas de acuerdo con la divulgación se pueden almacenar por separado o en mezcla con uno o más agentes. Los ejemplos no limitantes de agentes incluyen aglutinantes secos, cargas, catalizadores, agentes de refuerzo y agentes de resistencia adecuados para uso en la formación de un producto compuesto. Como un ejemplo no limitante, el material compuesto molido (partículas) se puede combinar con roca agregada y/o sílice y se puede almacenar hasta su uso para la producción o fabricación de un producto compuesto.

En algunas realizaciones, la resina puede requerir un catalizador para el funcionamiento. En otros casos, la resina no requiere un catalizador. En algunos casos, la resina puede requerir aplicar calor y/o presión para curar, mientras que en otros casos la resina se puede curar a temperatura ambiente. Además en otros casos, las resinas también se pueden haber reciclado a partir de materiales existentes previamente. Los ejemplos no limitantes de resinas incluyen plástico fluido, polímero, epoxi, poliéster sin estireno saturado e insaturado y resinas de éster de vinilo. En algunos casos, el uso de una resina de poliéster sin estireno reducirá o eliminará la emisión de los VOC o contaminantes peligrosos del aire desde el producto compuesto sólido curado.

Como se desvela, un método de divulgación puede incluir curar la mezcla de resina y partículas, con o sin la adición de otros componentes y opcionalmente sin aplicación de calor o presión. En muchos casos, la mezcla se desecha, se coloca o se vierte en una forma o molde. En otros casos, la mezcla se extruye en una forma o molde cerrados. En casos adicionales, la mezcla se vierte en moldes. En otros casos más, la mezcla se puede conformar en un bloque grande u otra forma a partir de la cual se pueden mecanizar o conformar múltiples productos. En otras realizaciones, se aplican presiones y temperaturas apropiadas para producir los productos curados.

En algunas realizaciones, se pone en práctica un método para producir un producto compuesto con uno o más componentes adicionales para formar un producto compuesto sólido. Los ejemplos no limitantes de componentes en una mezcla de partículas-resina incluyen aglutinantes, cargas, resinas, catalizadores, agentes de refuerzo y agentes de resistencia. Los ejemplos adicionales no limitantes de componentes incluyen partículas sólidas agregadas, roca agregada, grava, arena, madera, textiles, tuberías, varillas, barras, fibras, metales, panales, espaciadores, cargas, resina, resina reciclada, resina de plástico, catalizadores, polímeros reciclados, fibras de papel, aglutinantes, cemento, óxido de magnesio, agua, cemento, piedra caliza, granito, aditivos químicos y combinaciones de los mismos. En algunos casos, un componente adicional se mezcla en la mezcla de resina-partícula. En otros casos, un componente se dispone o se coloca en la forma, molde, molde para fundición o similar antes de la adición de la mezcla. En otros casos, el componente se desecha o se coloca en la forma, molde, molde de fundición o similares después de la adición de la mezcla.

La divulgación incluye adicionalmente un método para combinar partículas compuestas con aglutinantes, cargas u otros materiales de refuerzo, mezclando opcionalmente la combinación con resina, colocando opcionalmente la mezcla en un molde y opcionalmente curando la mezcla.

Como se desvela en el presente documento, un producto compuesto curado comprende resina y partículas de material compuesto, opcionalmente reforzado con fibra. En muchos casos, los productos también pueden incluir componentes adicionales tales como roca agregada, grava, arena, madera, textiles, tubos, varillas, barras, fibras, metales, panales, espaciadores, cargas, resina, resina reciclada, resina de plástico, catalizadores, polímeros reciclados, fibras de papel, aglutinantes, cemento, óxido de magnesio, agua, cemento, piedra caliza, granito, aditivos químicos y combinaciones de los mismos.

Como se ha descrito, un producto compuesto de la divulgación comprende resina y partículas de material compuesto. En algunos casos, las partículas de material compuesto constituyen una cantidad no superior de aproximadamente un 50 % en peso del producto curado. En otros casos, las partículas constituyen una cantidad no superior de aproximadamente un 40 %, aproximadamente un 30 %, aproximadamente un 25 %, aproximadamente un 20 %, aproximadamente un 15 %, aproximadamente un 10 % o aproximadamente un 5 % en peso del producto curado. Como alternativa, en algunos casos la resina comprende menos de aproximadamente 50 %, aproximadamente un 40 %, aproximadamente un 30 %, aproximadamente un 25 %, aproximadamente un 20 %, aproximadamente un 15 % o aproximadamente un 10 % del peso del producto curado.

En otras realizaciones, un producto compuesto de la divulgación comprende resina, partículas de material compuesto y partículas agregadas o roca agregada. En algunos casos, las partículas de material compuesto constituyen una cantidad no superior de aproximadamente un 50 % en peso del producto curado. En otros casos, las partículas constituyen una cantidad no superior de aproximadamente un 40 %, aproximadamente un 30 %, aproximadamente un 25 %, aproximadamente un 20 %, aproximadamente un 15 %, aproximadamente un 10 % o aproximadamente un 5 % en peso del producto curado. En algunos casos la resina comprende una cantidad inferior a aproximadamente un 50 %, aproximadamente un 40 %, aproximadamente un 30 %, aproximadamente un 25 %, aproximadamente un 20 %, aproximadamente un 15 % o aproximadamente un 10 % del peso del producto curado. En otros casos, el agregado comprende una cantidad inferior a aproximadamente un 80 %, aproximadamente un

5 70 %, aproximadamente un 60 %, aproximadamente un 50 %, aproximadamente un 40 %, aproximadamente un 30 % o aproximadamente un 20 % del peso del producto curado. Además en otras realizaciones, el producto incluye adicionalmente sílice, que forma una cantidad no superior a aproximadamente un 40 %, aproximadamente un 30 %, aproximadamente un 25 %, aproximadamente un 20 %, aproximadamente un 15 %, aproximadamente un 10 % o aproximadamente un 5 % en peso del producto curado.

Un producto compuesto de la divulgación comprende resina, partículas de material compuesto, sílice y roca agregada.

10 En otras realizaciones, un producto compuesto de la divulgación puede resistir una tensión de compresión de al menos aproximadamente 70 MPa (10.000 psi) con una tensión de compresión de aproximadamente un 7 %. En adicionales, el peso de un producto de la divulgación puede aumentar en una cantidad inferior a aproximadamente un 1 % después de inmersión en agua durante 24 horas.

15 Habiendo proporcionado ahora la divulgación en general, la misma será más fácil de entender a través de la referencia a los siguientes ejemplos que se proporcionan a modo de ilustración, y que no pretenden ser limitantes de la divulgación, a menos que se especifique.

Ejemplos

20 **Ejemplo 1: Fabricación de Prototipos**

Se produjeron prototipos con dimensiones de aproximadamente 1,9 cm (0,75") x 2,54 cm (1,0") x 25,4 cm (10") con la siguiente mezcla:

25 23 % de resina en peso
15 % de producto de fibra de vidrio reciclada molida con 0,63 cm de longitud de la fibra
20 % de sílice
42 % de roca agregada con diversos tamaños.

30 La mezcla se depositó en moldes de polietileno de alta densidad y se curó a presión a vacío. Los prototipos se prepararon a máquina después del curado.

Ejemplo 2: Ensayo de Prototipo -Doblado mediante Flexión

35 Se realizó un ensayo de doblado mediante flexión en prototipos de acuerdo con el Ejemplo 1 con los siguientes resultados.

Tabla 1

	Anchura		Grosor		Desplazamiento a Carga Máx		Carga máx		MOE		MOR		Estado de la Muestra de Ensayo
	mm	(pulg)	mm	(pulg)	mm	(pulg)	N	(lbf)	MPa	(psi)	Mpa	(psi)	
1	25	1,000	19	0,750	4,80	0,189	781,6	175,7	1471,74	213458	20,770	3012,4	Preparada a Vacío - Lisa
2	25	1,000	19	0,750	3,89	0,153	723,3	162,6	1443,40	209347	19,214	2786,7	Preparada a Vacío - Irregular
3	25	1,000	19	0,750	3,56	0,140	935,9	210,4	2117,25	307081	24,862	3605,9	Preparada a Vacío - Lisa/Irregular
4	25	1,000	19	0,750	3,43	0,135	705,9	158,7	1497,49	217193	18,752	2719,8	Preparada a Mano
5	25	1,000	19	0,750	3,91	0,154	790,0	177,6	1350,41	195861	20,990	3044,4	Preparada a Mano
6	25	1,000	19	0,750	3,00	0,118	580,5	130,5	1487,52	215746	15,422	2236,8	Preparada a Mano
Media	25	1,000	19	0,750	3,76	0,148	752,6	169,2	1561,30	226448	20,002	2901,0	
Desv. Est.	0	0,000	0	0,000	0,61	0,024	117,03	26,310	277,484	40245,683	3,109	450,980	
COV	0	0,000	0	0,000	413,18	16,267	69,152	15,546	0,123	17,773	0,107	15,546	

Los cálculos del módulo de elasticidad (MOE) y del módulo de rotura (MOR) se realizaron para cada muestra de ensayo y se calculó un promedio. La muestra presentaba un MOE promedio de 1.561.580 kPa (226.448 psi) y un MOR de 20000 kPa (2.901 psi).

5 Ejemplo 3: Ensayo de Prototipo - Compresión

Un ensayo de compresión se realizó en secciones más pequeñas de prototipos de acuerdo con el Ejemplo 1 con los siguientes resultados.

Tabla 2

	Anchura		Profundidad		Extensión a Carga Máxima		Carga Máxima		Tensión de compresión a Carga Máxima		Presión de compresión a Carga Máxima	Módulo (de Young automático)	
	mm	(pulg)	mm	(pulg)	mm	(pulg)	N	(lbf)	MPa	(ksi)	(%)	Mpa	(psi)
1	25,3	0,996	25,1	0,990	-1,3	-0,050	-51483,508	-11573,953	80,94	11,74	6,18	2339,67	339340
2	24,3	0,955	25,1	0,990	-1,1	-0,045	-49544,999	-11138,159	81,22	11,78	5,96	2436,20	353341
3	23,0	0,904	25,1	0,990	-1,3	-0,053	-47961,215	-10782,110	83,08	12,05	6,88	2356,99	341853
4	24,0	0,944	25,0	0,984	-1,1	-0,043	-48640,040	-10934,716	81,15	11,77	5,62	2534,57	367608
5	22,5	0,885	25,2	0,991	-1,1	-0,044	-43488,719	-9776,653	76,88	11,15	5,55	2472,62	358623
6	24,0	0,943	25,1	0,988	-1,4	-0,054	-47523,710	-10683,755	79,08	11,47	7,07	2170,48	314801
Media	23,8	0,938	25,1	0,989	-1,2	-0,048	-48107,032	-10814,891	80,39	11,66	6,21	2385,09	345928
Desv Est.	1,0	0,039	0,1	0,003	-0,1	-0,005	2662,434	598,539	2,14	0,311	0,638	127,69	18520
COV	106,1	4,179	6,58	0,259	-255,55	-10,061	-24,616	-5,534	18,39	2,667	10,275	0,03	5

Las secciones de prototipo tenían un comportamiento notablemente bueno, con un promedio de una tensión máxima de 80.390 kPa (11.660 psi).

Ejemplo 4: Ensayo de Muestra de Ensayo - Absorción de Agua

Las muestras de ensayo se sumergieron completamente en agua destilada durante un periodo de 24 horas con los siguientes resultados.

Tabla 3

Ensayo de Absorción de Agua			
Muestra de Ensayo	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Cambio de Peso %
1	5,3553	5,3974	0,7851
2	3,6210	3,6503	0,8230
3	3,3694	3,3935	0,8637
4	4,3855	4,4224	0,8414
5	3,7204	3,7517	0,8413
Media	4,0903	4,1242	0,8311
Desv. Est.	0,8006	0,8051	0,0290
COV (%)	19,574 %	19,547 %	3,486 %

Las muestras de ensayo experimentaron un cambio de peso en promedio de un 0,8311 %.

Ejemplo 5

Haciendo referencia a la Figura 1, los materiales compuestos se recogen en 1 a partir de los fabricantes de equipo original y otras fuentes de reciclado. Los materiales compuestos se cortan a medida en 10 con sierras eléctricas u otros equipos de corte para adaptarlos a una trituradora industrial o comercial. Los materiales compuestos se trituran en piezas en 12, después de lo cual las piezas se colocan en una trituradora comercial o industrial en 14. Las partículas compuestas resultantes se combinan con el sistema de resina 16 y se curan en 18 en un molde o forma bajo presión y temperatura aplicadas según sea necesario.

Ejemplo 6

Haciendo referencia a la Figura 2, una cuchilla de turbina compuesta de molino de viento que pesa aproximadamente 10.000 kg (22.000 libras) y aproximadamente 67 m (220 pies) de largo se recoge y se limpia en 20. La cuchilla se corta en secciones cada aproximadamente 170 mm (6,5") por 220 mm (8,5") de altura y anchura en 22 para ajustarse en una trituradora comercial o industrial. Cada sección se alimenta a una trituradora de tamaño suficiente que produce pequeñas piezas de material compuesto de aproximadamente 38 mm (1,5") por 64 mm (2,5") de diámetro y con una longitud no superior a 300 mm (12" pulgadas) en 24. Las piezas resultantes se alimentan a una trituradora compuesta en 26 usando un tamaño de tamiz apropiado para producir partículas pequeñas molidas de material compuesto con una longitud de fibra promedio de 6 mm (1/4 pulgada).

Las cargas, aglutinantes u otro material de refuerzo adicionales, junto con un sistema de resina, se introducen en 28. Las cargas son roca agregada y sílice, y la resina es resina de poliéster sin estireno. La mezcla combinada se prepara en una forma o molde y se cura para producir una barrera de tráfico en 30. La barrera de tráfico se trata con acabados que son reflectantes y/o resistentes a las pinturas de graffiti en 32.

Ejemplo 7

Las partículas pequeñas trituradas de material compuesto con una longitud de fibra promedio de 6 mm (1/4 pulgada) se combinan con roca agregada, sílice y resina de poliéster sin estireno en una proporción de 42:20: 15:23 y se mezcla de forma minuciosa. La mezcla se vierte en un molde de traviesa de ferrocarril en la que se ha colocado un tubo de PVC de 110 mm (4,5") de diámetro. La mezcla se vierte alrededor y cubre el tubo. El material compuesto se cura a temperatura ambiente. La traviesa de ferrocarril resultante resiste un mínimo de 70 MPa (10.000 psi) con una presión de compresión de un 7 %.

Ejemplo 8

Haciendo referencia a la Figura 3, un sistema para procesar los materiales compuestos para reciclar y rastrear y aplicar créditos de reciclaje incluye, por ejemplo en 40 la recogida y organización de la información relacionada con

productos compuestos, tales como palas de turbinas eólicas, u otras piezas de restos, en un programa de software adaptado a las necesidades de un productor de energía eólica. Las piezas dañadas o restos se procesan de acuerdo con los métodos de la divulgación en 42. El procesador o reciclador proporciona un certificado de reciclaje, o un certificado de desconstrucción, al productor de energía eólica en 44. El procesador o reciclador, o sus agentes, puede seguir recogiendo y devolviendo al productor de energía los créditos de reciclaje en 46. El procesador o reciclador combina los materiales compuestos reciclados con resina y, opcionalmente, otros componentes para producir nuevos productos compuestos sólidos.

Después de haber descrito completamente la materia objeto de la invención, los expertos en la materia observarán que la misma se puede realizar dentro de una amplia gama de parámetros, concentraciones y condiciones equivalentes dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sin excesiva experimentación.

Aunque la presente divulgación se ha descrito en relación con las realizaciones específicas de la misma, se entenderá que se pueden realizar modificaciones adicionales dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para formar un producto compuesto sólido que comprende:

- 5 triturar los materiales compuestos para formar piezas pequeñas de materiales compuestos triturados, moler dichas piezas pequeñas de materiales compuestos triturados para formar partículas más pequeñas de materiales compuestos, en el que las partículas de materiales compuestos son piezas de fibra y resina mezcladas, y en el que las partículas de materiales compuestos tienen una longitud de fibra promedio de aproximadamente 6 mm (un cuarto de pulgada) de diámetro y
10 en el que dichos materiales compuestos son palas de turbina eólica compuestas; combinar dichas partículas con resina de polímero sin estireno, roca agregada y sílice para formar una mezcla; colocar la mezcla en un molde de traviesa de ferrocarril en el que se ha colocado un tubo de PVC; y curar la mezcla a temperatura ambiente para formar el producto compuesto sólido,
15 en el que la proporción de materiales compuestos con respecto a roca agregada, sílice y resina en la mezcla es 42:20:15:23 en peso; y en el que el producto compuesto sólido resiste una tensión de compresión de al menos aproximadamente 70 MPa (10.000 psi) con una presión de compresión inferior a aproximadamente un 7 %.
- 20 2. Un producto compuesto curado que consiste en partículas de materiales compuestos de fibra y resina mezcladas, en el que dichas partículas de material compuesto tienen una longitud de fibra promedio de aproximadamente 6 mm (un cuarto de pulgada) de diámetro; roca agregada;
25 sílice; y resina de polímero sin estireno; en el que la proporción de materiales compuestos con respecto a roca agregada, sílice y resina en la mezcla es 42:20:15:23 en peso; y en el que dicho producto compuesto se cura a temperatura ambiente en un molde de traviesa de ferrocarril en la que se ha colocado un tubo de PVC, y en el que el producto compuesto resiste una tensión de compresión de al menos aproximadamente 70 MPa (10.000 psi) con una presión de compresión inferior a aproximadamente un 7 %.
- 30 3. El producto compuesto de la reivindicación 2, en el que el peso de dicho producto compuesto aumenta menos de aproximadamente un 1 % después de su inmersión en agua durante 24 horas.
- 35 4. El producto compuesto de la reivindicación 2, en el que las dimensiones del producto compuesto son al menos 1,9 cm (0,75 pulgadas) x 2,54 cm (1,0 pulgada) x 25,4 cm (10 pulgadas).

Figura 1

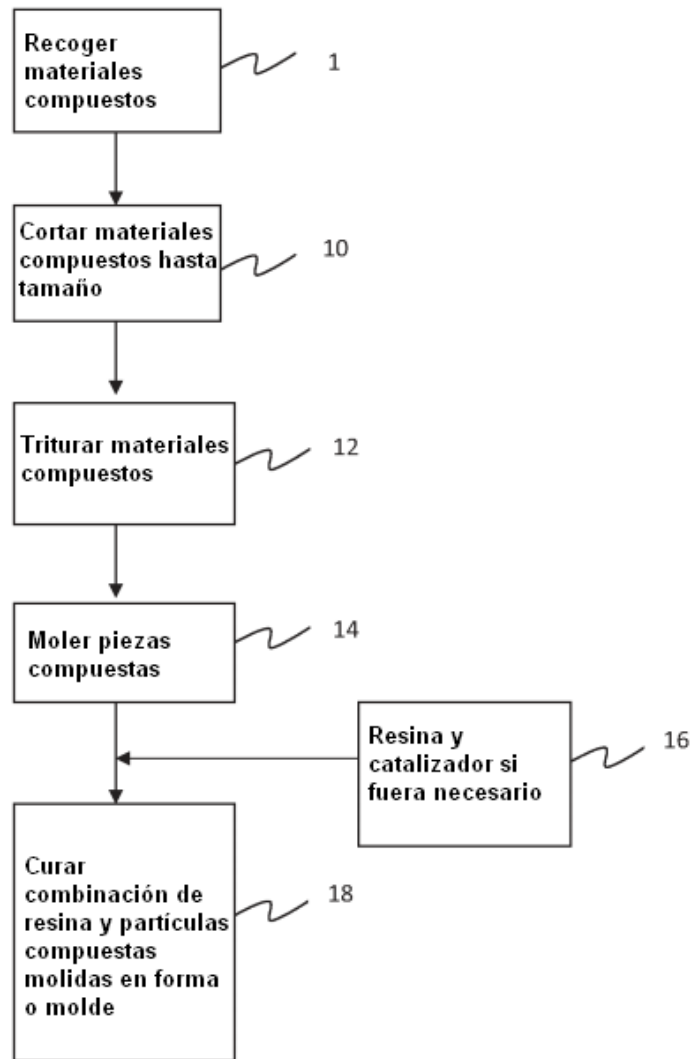


Figura 2

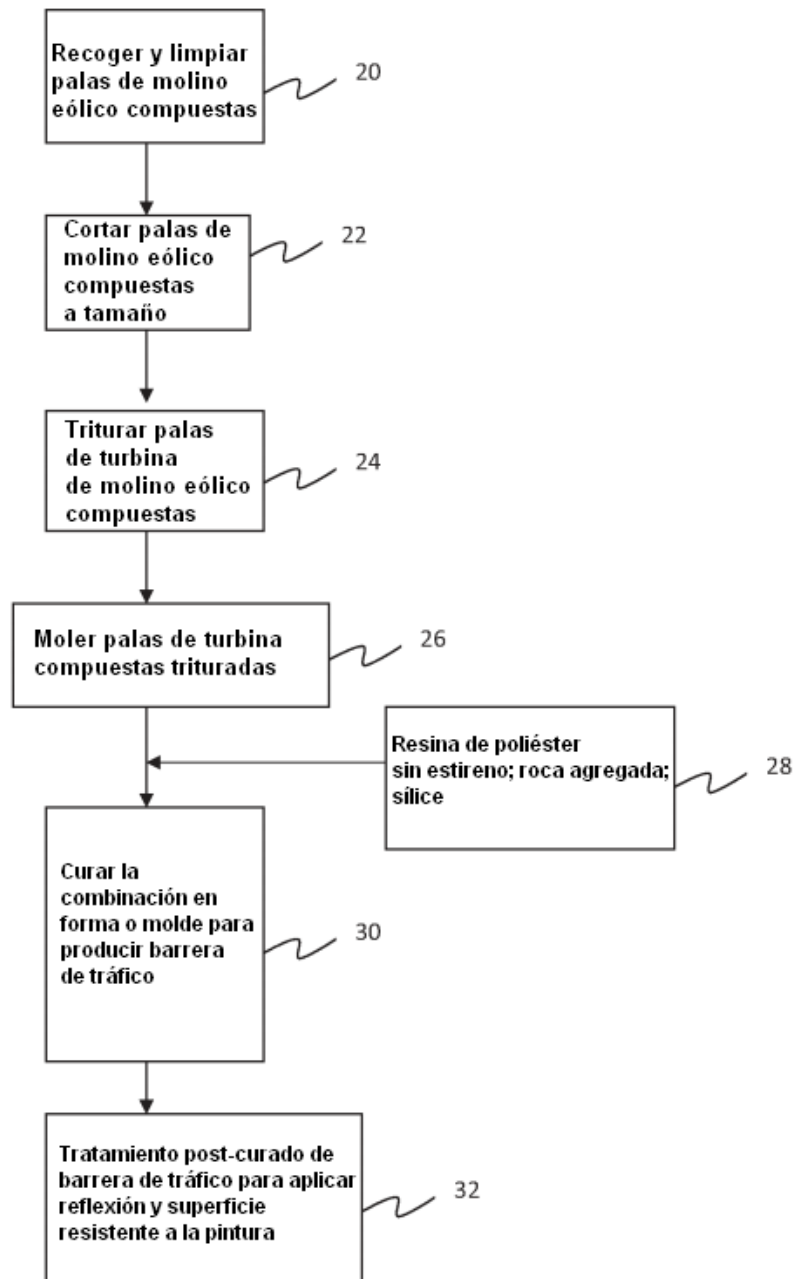


Figura 3

