

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 872**

51 Int. Cl.:

C08L 23/00 (2006.01)

C08L 97/02 (2006.01)

C08J 5/04 (2006.01)

E04F 13/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2012 PCT/US2012/066939**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2013 WO13122649**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2012 E 12868779 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2814882**

54 Título: **Polímero compuesto**

30 Prioridad:

14.02.2012 US 201261598850 P

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

07.11.2018

73 Titular/es:

**INTERNATIONAL PAPER COMPANY (100.0%)
6400 Poplar Avenue
Memphis, TN 38197, US**

72 Inventor/es:

**HAMILTON, ROBERT, T.;
SHAH, HARSHADKUMAR, M.;
CERNOHOUS, JEFFREY, J.;
GRANLUND, NEIL, R. y
FISH, DAVID, E.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 688 872 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

Polímero compuesto

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a materiales compuestos poliméricos que proceden de procesado en masa fundida de una matriz polimérica con fibra de pasta química de madera.

10 Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1-5 son diagramas de partículas usadas para fabricar el material compuesto polimérico.

La Figura 6 es un diagrama de un mezclador.

Las Figuras 7 y 8 son diagramas de un molino de microgránulos.

15 La Figura 9 es un diagrama de un dispositivo de extrusión de husillo individual útil para la fabricación del microgránulo presente.

La Figura 10 es un diagrama de una realización de un aparato y un proceso de fabricación de un material compuesto polimérico que tiene un contenido de fibra de pasta química de madera de un 50 % en peso o menos.

20 La Figura 11 es una vista en corte transversal de la cara abierta del primer mezclador de husillo gemelar.

La Figura 12 es una vista lateral del limitador del primer mezclador de husillo gemelar.

La Figura 13 es una vista frontal del limitador del primer mezclador de husillo gemelar.

La Figura 14 es un diagrama de otra realización de un aparato y proceso para la fabricación de un material compuesto polimérico que tiene un contenido de fibra de pasta química de madera de un 50 % en peso o menos.

La Figura 15 es un diagrama de un sistema sumergido de formación de microgránulos.

25

Descripción detallada

La presente invención va destinada a proporcionar un medio rentable para producir materiales poliméricos compuestos que comprenden fibra de pasta de madera y un polímero termoplástico. La fibra de pasta de madera es una fibra de pasta química de madera. Por cuestión de simplicidad, la expresión "fibra de pasta de madera" se usa pero debe apreciarse que la fibra de pasta química de madera blanqueada tiene atributos no presentes en algunas de las otras fibras.

30

La presente invención puede utilizar un número de tres especies como fuente de las fibras de pasta. Se pueden usar coníferas y especies de hoja ancha y mezclas de estas. Se conocen también como maderas blandas y maderas duras. Las especies típicas de madera blanda son diversas piceas (por ejemplo, Picea Sitka), abetos (abeto de Douglas), diversas cicutas (cicuta occidental), alerce americano oriental, alerce, diversos pinos (pino del Sur, pino blanco y pino del Caribe), ciprés y maderas rojas o mezclas de los mismos. Las especies típicas de madera dura son fresno, álamo, álamo balsámico, tilo, abedul, haya, castaño, goma, olmo, eucalipto, arce, roble, chopo y sicomoro o mezclas de los mismos.

35

40

El uso de especies de madera blanda o madera dura puede depender en parte de la longitud de fibra deseada. Las especies de madera dura u hoja ancha tienen una longitud de fibra de 1-2 mm. Las especies de madera blanda o coníferas tienen una longitud de fibra de 3,5 a 7 mm. El abeto de Douglas, abeto gigante, cicuta occidental, alerce occidental y pino del sur tienen longitudes de fibra dentro del intervalo de 4 a 6 mm. La formación de pasta, el blanqueo y el troceado pueden reducir la longitud media debido a la ruptura de las fibras.

45

Las fibras de pasta de madera de celulosa difieren de las fibras de madera ya que se ha retirado la lignina y se ha retirado parte de la hemicelulosa. Estos materiales permanecen en las fibras de madera. La cantidad de material restante en las fibras de pasta de madera depende del proceso de preparación de la misma.

50

En la pasta mecánica las fibras se separan por medios mecánicos, tales como trituración, y el proceso puede incluir vaporización y cierto tratamiento pre-químico con sulfito de sodio. La lignina se ablanda para permitir la partición de las fibras. Gran parte de la lignina y la hemicelulosa, así como la celulosa, permanecen en la fibra. El rendimiento, el porcentaje de material que queda tras la formación de pasta, es elevado. La fibra se puede blanquear con peróxido, pero este proceso no retira mucho material.

55

En la formación de pasta química, se retira lignina durante una reacción química entre los trozos de madera y la sustancia química de formación de pasta. También se retiran las hemicelulosas durante la reacción. La cantidad de material a retirar depende de las sustancias químicas usadas en el proceso de formación de pasta. El proceso de sulfato o kraft retira menos material que el proceso de sulfito o el proceso kraft con una etapa de pre-hidrólisis. El rendimiento es más elevado en el proceso kraft que en el proceso de sulfito o el proceso kraft con pre-hidrólisis. Los dos últimos procesos tienen un producto con un elevado porcentaje de celulosa y poca hemicelulosa o lignina.

60

65 El blanqueo de la pasta química de madera retira más lignina y hemicelulosa.

- 5 Durante la fabricación, el material de madera de pasta se desintegra para dar lugar a fibras en un proceso químico de formación de pasta. Posteriormente, se pueden blanquear las fibras. Las fibras se combinan posteriormente con agua en un recipiente de reserva para formar una suspensión. La suspensión pasa a continuación a una caja de cabecera y se coloca sobre una cinta sinfín metálica, se deshidrata y se seca para formar una hoja de pasta papelerera. Se pueden combinar aditivos con las fibras en el recipiente de reserva, la caja de cabecera o ambos. También se pueden pulverizar los materiales sobre la hoja de pasta papelerera antes, durante o después de la deshidratación y secado. El proceso de formación de pasta de kraft se usa típicamente en la fabricación de pasta de madera.
- 10 Existe una diferencia entre la fibra de madera y la fibra de pasta de madera. Una fibra de madera es un grupo de fibras de madera que se mantienen unidas por medio de la lignina. Los diámetros internos de las fibras de pasta de madera colapsan durante el proceso de secado. Las fibras secas de pasta química de madera son planas. Los diámetros de cada una de las fibras de madera del haz de fibras de madera permanecen abiertos. Las fibras planas de pasta de madera son más flexibles que las fibras de madera.
- 15 Las fibras celulósicas de pasta de madera pueden estar en forma de pastas comerciales de madera celulósica. Típicamente, la pasta papelerera se proporciona en forma de rollo o bala. La hoja de pasta papelerera tiene dos caras paralelas sustancialmente opuestas y la distancia entre estas caras es el espesor de la partícula. Una hoja de pasta papelerera típica puede tener un espesor de 0,1 mm a 4 mm. En algunas realizaciones, el espesor puede ser de 0,5 mm a 4 mm.
- 20 La hoja de pasta de madera se conforma para dar lugar a partículas para la facilidad de medición y combinación con el polímero termoplástico.
- 25 La hoja de fibras y las partículas, pueden tener un peso de base de 12 g/m^2 (gsm) a 2000 g/m^2 . En una realización, las partículas podrían tener un peso de base de 600 g/m^2 a 1900 g/m^2 . En otra realización, las partículas podrían tener un peso de base de 500 g/m^2 a 900 g/m^2 . Para la hoja de papel, una realización podría tener un peso de base de 70 gsm a 120 gsm. En otra realización, un cartón podría tener un peso de base de 100 gsm a 350 gsm. En otra realización, la hoja de fibras para uso de especialidad podría tener un peso de base de 350 gsm a 500 gsm.
- 30 Los aditivos de pasta papelerera o el pre-tratamiento también pueden modificar el carácter de la partícula. La pasta papelerera que se trata con agentes de desligado proporciona una partícula más fina que la pasta papelerera que no tiene los agentes de desligado. Una partícula más fina puede dispersarse más fácilmente en el material con el cual se combina. El espesor de la hoja de pasta papelerera es un factor que puede determinar el espesor de la partícula.
- 35 En una realización, la partícula tiene una forma hexagonal, una realización de la cual se muestra en la Figura 1. El hexágono puede ser de cualquier tipo desde completamente equilateral a completamente asimétrico. Si no es equilateral, el eje principal puede ser de 4 a 8 milímetros (mm) y el eje secundario puede ser de 2 a 5 mm. Algunos de los lados del hexágono pueden ser de cierta longitud y parte o la totalidad de los lados pueden ser de longitudes diferentes. La circunferencia o el perímetro del hexágono puede ser de 12 mm a 30 mm y el área de la cara superior o inferior 24 o 26 de la partícula puede ser de 12 a 32 mm^2 . En una realización, las partículas podrían tener un espesor de 0,1 a 15 mm, una longitud de 4,5 a 6,5 mm, una anchura de 3 a 4 mm y un área en una cara de 15 a 20 mm^2 . En otra realización, las partículas podrían tener un espesor de 1 a 4 mm, una longitud de 5 a 8 mm, una anchura de 2,5 a 5 mm y un área sobre una cara de 12 a 20 mm^2 .
- 40 Se muestran dos ejemplos de partícula con forma hexagonal.
- 45 En las Figuras 1-3, la partícula 10 tiene forma de hexágono y tiene dos lados opuestos 12 y 18 que son iguales en cuanto a longitud y son más largos que los otros cuatro lados, 14, 16, 20 y 22. Los otros cuatro lados 14, 16, 20 y 22 pueden tener la misma longitud, como se muestra, o los cuatro lados pueden tener longitudes diferentes. Dos de los lados, uno en cada extremo tal como 14 y 20 o 14 y 22 pueden tener la misma longitud, y los otros dos lados en cada extremo 16 y 22 o 16 y 20, pueden tener la misma longitud o longitudes diferentes. En cada una de estas variaciones, los lados 10 y 18 pueden tener la misma longitud o longitudes diferentes. Los bordes de las partículas pueden ser agudos o redondeados.
- 50 La distancia entre la parte superior 24 y la parte inferior 26 de la partícula 10 puede ser de 0,1 mm a 4 mm.
- 55 Las Figuras 4 y 5 ilustran una realización donde cada uno de los seis bordes del hexágono tiene una longitud diferente. La realización mostrada es ilustrativa y el orden de las longitudes de los lados y el tamaño de las longitudes de los lados pueden variar.
- 60 Las partículas de la forma, tamaño y peso de base descritos anteriormente se pueden medir en cuanto a pérdida de peso y sistemas de alimentación volumétricos bien conocidos en la técnica.
- 65 La alineación de las fibras dentro de la partícula puede ser paralela al eje principal del hexágono o perpendicular al eje principal del hexágono o cualquier orientación entre ellas.

Las partículas hexagonales se pueden formar en una prensa de preformación de Henion, pero se podrían usar otros medios para producir partículas hexagonales.

5 También se pueden usar otras formas de partículas de pasta papelera. La facilidad de adición depende de la forma de la partícula.

10 La matriz polimérica funciona como el polímero huésped y es un componente de la composición apta para procesado en masa fundida que incluye la materia prima de pasta química de madera. Se usa el procesado en masa fundida para combinar el polímero y la fibra de pasta química de madera. En el procesado en masa fundida, se calienta el polímero y se funde y se combina la fibra de pasta química de madera con el polímero. Durante el proceso, se singularizan las fibras.

El polímero es termoplástico.

15 Una amplia diversidad de polímeros convencionalmente reconocidos en la técnica como apropiados para el procesado en masa fundida resulta útil como matriz polimérica. La matriz polimérica incluye sustancialmente polímeros que, en ocasiones, se denominan como difíciles de procesar, especialmente cuando se combinan con un elemento interferente u otro polímero inmisible. Incluyen polímeros tanto de hidrocarburo como otros que no son de hidrocarburo. Los ejemplos de matrices poliméricas útiles incluyen, pero sin limitación, polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polipropileno (PP), poli(copolímero de olefina) (por ejemplo, etileno-buteno, etileno-octeno, alcohol etilen vinílico), poliestireno, poli(copolímeros de estireno) (por ejemplo, poliestireno de alto impacto, copolímero de estireno butadieno y acrilonitrilo), poli(acrilatos, polimetacrilatos, poliésteres, polivinilcloruro (PVC), fluoropolímeros, polímeros de cristal líquido, poliamidas, poliéter imidas, poli(sulfuros de fenileno), polisulfonas, poliacetales, policarbonatos, poli(óxidos de fenileno), poliuretanos, elastómeros termoplásticos, epoxis, alquidas, melaminas, fenólicos, ureas, ésteres vinílicos o combinaciones de los mismos. En determinadas realizaciones, las matrices poliméricas más apropiadas son poliolefinas.

20

25

30 Las matrices poliméricas que proceden de plásticos reciclados también resultan aplicables ya que, con frecuencia, son de menor coste. No obstante, debido a que los materiales con frecuencia procedentes de materiales que se generan a partir de múltiples corrientes residuales, puede tener reologías en masa fundida que difieren mucho. Esto puede hacer que el material resulte problemático de procesar. La adición de una materia prima celulósica a una matriz polimérica reciclada debería aumentar la viscosidad en masa fundida y reducir la variabilidad global, mejorando de este modo el procesado.

35

En algunas realizaciones, se pueden usar los siguientes polímeros termoplásticos: biopolímeros tales como poli(ácido láctico) (PLA), acetato de celulosa, propionato de celulosa, butirato de celulosa; policarbonatos, poli(tereftalato de etileno), poliolefinas tales como polietileno, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polietileno lineal de baja densidad, polipropileno, poliestireno, poli(copolímeros de estireno) tales como copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), copolímeros de bloques de estireno, poli(cloruro de vinilo) (PVC) y plásticos reciclados.

40

El polímero termoplástico puede estar seleccionado entre el grupo que consiste en biopolímeros, poli(ácido láctico), acetato de celulosa, propionato de celulosa, butirato de celulosa; policarbonatos, poli(tereftalato de etileno), poliolefinas, polietileno, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polietileno lineal de baja densidad, polipropileno, poliestireno, poli(copolímeros de estireno), copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno, copolímeros de bloques de estireno, poli(cloruro de vinilo) y plásticos reciclados.

45

En una realización, la materia prima de pasta química de madera se procesa en masa fundida con una matriz polimérica incompatible (por ejemplo, poliolefina). En otra realización, la materia prima de pasta química de madera se procesa en masa fundida con una matriz polimérica compatible (por ejemplo, polímeros celulósicos modificados). Por ejemplo, se ha comprobado que cuando se procesa en masa fundida la materia prima de pasta química de madera de la presente invención con propionato de celulosa (Tenite™ 350E), el material compuesto resultante tiene excelentes propiedades mecánicas y de dispersión de fibras.

50

55

La presente invención también contempla el uso de agentes de compatibilidad en la formulación compuesta. Los agentes de compatibilidad se usan típicamente para mejorar la humectación en la interfaz de las cargas con una matriz polimérica. La adición de agentes de acoplamiento o agentes de compatibilidad, con frecuencia, mejora las propiedades químicas del material compuesto resultante. La presente invención utiliza agentes de compatibilidad para mejorar la humectación entre la fibra de pasta química de madera de la presente invención y la matriz polimérica como se sabe de forma convencional. No obstante, los inventores han comprobado también que la adición de un agente de compatibilidad mejora la dispersión de la materia prima de pasta química de madera de la presente invención con ciertos polímeros. Los agentes de compatibilidad y agentes de acoplamiento, en ocasiones, se usan de forma intercambiable, incluso si se comportan de manera diferente, para proporcionar compatibilidad entre los dos materiales.

60

65

Los agentes de compatibilidad preferidos para su uso con las poliolefinas son copolímeros de poliolefina-injerto-anhídrido maleico. En una realización, la matriz polimérica y la materia prima celulósica se procesan en masa fundida con un copolímero de poliolefina-injerto-anhídrido maleico. Los agentes de compatibilidad comercialmente disponibles de la presente invención incluyen los comercializados con los nombres comerciales Polybond™ (Chemtura), Exxelor™ (Exxon Mobil), Fusabond™ (DuPont), Lotader™ (Arkema), Bondyram™ (Maroon), Integrate (Equistar). La matriz polimérica puede contener una o más cargas además de la materia prima de pasta química de madera. La poliolefina en el copolímero de injerto puede ser la misma que la poliolefina usada como polímero en la matriz polimérica. Por ejemplo, se podría usar etileno-injerto-anhídrido maleico con polietileno y polipropileno-injerto-anhídrido maleico con polipropileno.

En una realización, se incorporan cantidades de aproximadamente un 5-10 % y en otra de un 0,2-5 % del agente de compatibilidad en las formulaciones compuestas y las composiciones aptas para procesado en masa fundida.

Las cargas y fibras diferentes de las fibras de pasta química de madera se pueden añadir a la mezcla de fibra/polímero para conferir las propiedades físicas deseables o para reducir la cantidad de polímero necesario para una aplicación concreta. Con frecuencia, las cargas contienen humedad y, por tanto, reducen la eficacia del agente de compatibilidad presente en la matriz polimérica. Los ejemplos no limitantes de las cargas y fibras incluyen harina de madera, fibras naturales diferentes de las fibras de pasta química de madera, fibra de vidrio, carbonato de calcio, talco, sílice, arcilla, hidróxido de magnesio y trihidróxido de aluminio.

En otro aspecto de la invención, la composición apta para procesado en masa fundida puede contener otros aditivos. Los ejemplos no limitantes de los aditivos convencionales incluyen antioxidantes, estabilizadores de luz, fibras, agentes de soplado, aditivos espumantes, agentes anti-formación de bloques, estabilizadores térmicos, modificadores de impacto, biocidas, retardadores de llama, plastificantes, adherentes, colorantes, coadyuvantes de procesado, lubricantes, agentes de compatibilidad y pigmentos. Los aditivos se pueden incorporar en la composición apta para procesado en masa fundida en forma de polvos, microgránulos, gránulos o en cualquier otra forma apta para extrusión o formación de compuestos. La cantidad y el tipo de aditivos convencionales en la composición apta para procesado en masa fundida pueden variar dependiendo de la matriz polimérica y las propiedades deseadas de la composición terminada. Los expertos en la técnica de procesado en masa fundida son capaces de seleccionar las cantidades apropiadas y los tipos de aditivos para adaptar una matriz polimérica específica con el fin de lograr las propiedades físicas deseadas del material terminado.

Los polímeros compuestos de la presente invención tienen fibras de pasta de madera uniformemente dispersadas en una matriz polimérica termoplástica. La fibra de pasta de madera se dispersa en primer lugar en una matriz polimérica termoplástica en la cual la fibra de pasta de madera es de un 65 a un 90 % en peso de la composición total.

Existen problemas asociados a la dispersión uniforme de fibras de pasta química de madera por toda la matriz polimérica. Las fibras inicialmente se secan en una hoja de pasta papelera seca. El secado colapsa las fibras de pasta papelera. El secado también provoca que las fibras de pasta papelera se unan a través de enlaces de hidrógeno. Los enlaces de hidrógeno se han de romper con el fin de obtener fibras sustancialmente individuales. Algunas de las fibras permanecen unidas. Estas se denominan nudos o tricotados dependiendo del tamaño. Normalmente, existen pocos nudos y tricotados que persistan tras la rotura de los enlaces de hidrógeno entre las fibras.

Existen también problemas asociados al suministro de fibra de pasta química de madera en niveles de un 65 % en peso o más con respecto al peso total de la mezcla fibra/polímero. Cuanto menor es la cantidad de polímero significa que es más difícil dispersar la fibra en la matriz polimérica. La mezcla fibra/polímero se vuelve más viscosa a medida que aumenta la cantidad de fibra y, por tanto, resulta más difícil mover las fibras dentro de la matriz para proporcionar dispersión. La finalidad es tener muy pocos paquetes de fibras.

En una realización, la materia prima de pasta de madera de la presente invención se produce por medio de corte mecánico de un material de hoja de pasta de madera. En una realización, la materia prima de pasta de madera se corta con forma hexagonal lo que conduce a su uso con el equipo de alimentación convencional. En otras realizaciones, las formas pueden ser partículas con forma triangular, rectangular o pentagonal. Los materiales compuestos de la presente invención se producen por medio de procesado en masa fundida de una matriz polimérica con una materia prima de pasta química de madera. En una realización, la materia prima de pasta química de madera se dispersa uniformemente dentro de la matriz polimérica tras el procesado en masa fundida.

La presente invención va destinada a una solución para proporcionar un medio rentable de producir materiales compuestos que contengan fibras de pasta química de madera bien dispersadas. Esto se logra mediante la utilización de una materia prima de pasta de madera que tenga mayor densidad aparente y sea capaz de alimentarse en un equipo de procesado en masa fundida usando tecnología convencional de alimentación. Los materiales compuestos de la presente invención tienen fibras de pasta de papel bien dispersadas dentro de la matriz polimérica.

A continuación, se dispersan las fibras de pasta de madera de celulosa unidas con hidrógeno en el polímero. Un método consiste en un lote maestro que es fibra rica que tiene de un 65 a un 85 % en peso de fibra de pasta de madera de celulosa y de un 15 a un 35 % en peso de polímero. Parte del polímero puede ser un agente de compatibilidad si se requiere.

5

La adición inicial de fibra de pasta papelera de celulosa al polímero es una operación de dos etapas.

En la primera etapa, las partículas de pasta papelera se combinan con el polímero en una operación de mezcla. La mezcla puede tener lugar en un mezclador termocinético o un mezclador de Gelimat.

10

La cantidad de fibra de pasta química de madera de celulosa en el material es de un 65 a un 85 % en peso y la cantidad de polímero es un de 15 a un 35 % en peso. Si se usa un agente de compatibilidad, entonces la cantidad de polímero se reduce por medio de la cantidad de agente de compatibilidad. Si se usa un 5 % en peso de agente de compatibilidad, entonces la cantidad de polímero se reduce en un 5 % en peso. El polímero no polar, tal como olefinas, usaría un agente de compatibilidad. Los agentes de compatibilidad típicos son copolímeros de injerto tales como polipropileno de anhídrido maleico o polietileno de anhídrido maleico. Si el polímero es polipropileno, entonces se usa también un antioxidante de un 2 % en peso. En una realización, se usa un antioxidante de un 0,5 % en peso. La fibra y el polímero abandonan el mezclador termocinético en forma de material sedoso.

15

20

La Figura 6 muestra un mezclador 30. El mezclador 30 tiene una tolva 32 a través de la cual se alimentan los materiales. Los materiales son transportados por un dispositivo 34 de alimentación de tornillo al interior de la cámara de mezcla 36 en la cual hacen rotar rápidamente los álabes 38 por medio del motor 40. Los álabes 38 rotan a través de la mezcla y la fuerza centrífuga creada por los álabes 38 mueve el material hacia afuera contra la pared 42 de la cámara de mezcla. El calor de fricción funde los materiales poliméricos, el polímero y el agente de compatibilidad, y mezcla la fibra con el polímero. Tras la mezcla, se retira el polímero de la cámara de mezcla 36 a través de la puerta 44.

25

Otro método que se puede usar en la primera etapa es un extrusor de husillo gemelar con la placa de boquilla abierta. El extrusor de husillo gemelar tiene una placa de boquilla abierta en el extremo de la salida para que el flujo de material procedente del extrusor no se vea impedido. Las cantidades de fibra, polímero y agente de compatibilidad son las mismas que se han descrito con anterioridad. El material abandona el extrusor de husillo gemelar en forma de material grumoso. El mezclador de husillo gemelar y su operación se describen con más detalle a continuación.

30

35

Los problemas a solucionar consisten en proporcionar fibras en una matriz polimérica en forma sustancialmente individual y dosificar las fibras en el interior del polímero de forma sustancialmente uniforme para que la fibra de pasta de madera/material compuesto tenga fibras de pasta de madera dispersadas de forma sustancialmente uniforme por todo el material compuesto. La presente invención transporta las partículas cortadas de pasta química de madera desde la hoja de pasta de madera, las dosifica en el polímero y singulariza sustancialmente las fibras de pasta de madera al tiempo que tiene lugar la mezcla de la pasta de madera con el polímero.

40

En otra realización, se puede añadir aceite, tal como un aceite mineral, a los ingredientes del material compuesto. En una realización, la cantidad de aceite mineral puede ser de un 0,1 a un 5 % en peso del peso total de los materiales en el material de polímero compuesto. En una realización, la cantidad de aceite mineral puede ser de un 0,1 a un 2 % del peso total de los materiales en el material de polímero compuesto. En una realización, la cantidad de aceite mineral puede ser de un 1 a un 2 % del peso total de los materiales en el material de polímero compuesto. En una realización, la cantidad de aceite mineral puede ser de un 1 a un 1,5 % del peso total de los materiales en el material de polímero compuesto. En una realización, la cantidad del aceite mineral puede ser de un 1,15 % del peso total de los materiales en el material de polímero compuesto. El aceite mineral aumenta el rendimiento del material compuesto a través de los extrusores que se pueden usar en la formación del polímero y se piensa que contribuye a la dispersión de las fibras en el material compuesto.

45

50

El aceite mineral es un aceite viscoso que tiene un peso específico de 0,8 a 0,9. Puede ser transparente, incoloro e inodoro. En una realización, el aceite mineral es un aceite mineral blanco convencional. En una realización, el aceite mineral es Drakol 600, número de CAS 8042-47-5.

55

El aceite mineral se añade en el primer mezclador de lote maestro y se puede añadir en mezcladores posteriores. Se añade con las partículas de pasta papelera y polímero termoplástico y contribuye a la mezcla de los materiales y la velocidad del proceso.

60

En la Figura 10, las partículas 24 o 24a de fibra de pasta química de madera blanqueada penetran en el extrusor 100 de husillo gemelar a través de la tolva 102. Los microgránulos de polímero también penetran en el extrusor 100 de husillo gemelar a través de la tolva 104. La tolva 104 puede estar, por tanto, antes o después de la tolva 102. Las partículas de fibras de pasta de madera y los microgránulos de polímero pueden penetrar en el extrusor de husillo gemelar a través de la misma tolva.

65

En una realización, el extrusor de husillo gemelar tiene una cara de boquilla abierta. En otra realización, el extrusor de husillo gemelar tiene una cara de boquilla parcialmente abierta por medio del uso de un limitador 105. La abertura parcial 106 puede tener cualquier forma. En una realización, la abertura tiene un área que es de un 20 a un 80 % del área de la cara de boquilla abierta. En otra realización, tiene un área que es de un 40 a un 60 % del área total de la cara de boquilla abierta. La cara de boquilla parcialmente abierta contribuye a la dispersión de las fibras en el polímero.

Una realización de la presente cara de boquilla se muestra en la Figura 11. En la presente realización, la transición desde el área de la cara de boquilla hasta el área de la abertura es gradual. Las caras 107 y 108 superior e inferior del limitador 105 se extienden hacia el interior para estrechar el flujo de material hacia la abertura 106 con el fin de proporcionar una abertura que tenga menos altura que la cara de boquilla abierta y las caras laterales 109 y 110 que se extienden hacia afuera para proporcionar una abertura que sea más ancha que la cara de boquilla abierta. El limitador soporta la presión del material que es empujado a través del extrusor y puede ser una parte maquinizada individual.

Otra realización se muestra en la Figura 12. La abertura está dividida en varias aberturas 111. De nuevo, en una realización la abertura tiene un área que es de un 20 a un 80 % del área de la cara de boquilla abierta. En otra realización, un área que es de un 40 a un 60 % del área total de la cara de boquilla abierta.

La cantidad de fibra de pasta química de madera blanqueada que se añade al polímero en el extrusor de doble husillo es de un 65 a un 85 % en peso del peso total de fibra, polímero y aditivos.

Las realizaciones de la primera etapa son las mismas tanto para el material compuesto de lote maestro donde de un 65 % en peso a un 85 % en peso del material es fibra como para el material compuesto reducido donde de un 10 % en peso a un 50 % en peso del material es fibra.

La presente divulgación también va destinada a una solución para proporcionar un medio rentable de producción de materiales poliméricos compuestos que incluyen de un 10 a un 50 en peso de fibra de pasta química de madera. En una realización, las fibras de pasta se dispersan uniformemente dentro de la matriz polimérica. La fibra de pasta química de madera es una fibra de pasta química de madera blanqueada. Existen motivos para usar una fibra de pasta química de madera blanqueada en lugar de una fibra de pasta de madera no blanqueada.

Un motivo es el color. Una fibra de pasta química de madera blanqueada es sustancialmente todo celulosa y hemicelulosa. La celulosa y hemicelulosa no tienen un color nativo ya que imparten escaso o nulo color al material compuesto. Por otra parte, las fibras no blanqueadas, tales como las fibras naturales como fibras kenaf o fibras de madera completa, tienen hasta un 50 % de lignina y otros compuestos que pueden ser coloreados en su estado nativo o pueden volverse coloreados cuando se calientan hasta temperaturas de procesamiento de termoplásticos. Un material compuesto con fibras de madera completas o naturales no blanqueadas se volvería coloreado, probablemente de color marrón oscuro.

Otro motivo es el olor. La celulosa no tiene olor por lo que un material compuesto con fibras de pasta de madera blanqueada tiene muy poco olor provocado por la celulosa. La lignina y otros componentes de las fibras no blanqueadas tienen fuertes olores característicos cuando se procesan en masa fundida, lo cual hace que confieran un olor intenso al material compuesto resultante, limitando su uso a un área cerrada tal como el interior de un automóvil. Una realización para un polímero no compatible puede contener los siguientes ingredientes:

Tipo de % de fibra	% en peso de Fibra	% en peso de Polímero	% en peso de Aditivos	Tipo de Aditivo		
				% en peso de Agente de Compatibilidad	% en peso de Anti-oxidante	% en peso de Aceite Mineral
85	85	7,2	7,8	5,7	0,6	1,5
70	70	23,6	6,4	4,7	0,5	1,2
65	65	29	6	4,4	0,5	1,1
55	55	40	5	3,7	0,4	0,9
50	50	45,4	4,6	3,4	0,4	0,9
46	46	49,8	4,2	3,1	0,3	0,8
45	45	50,9	4,1	3	0,3	0,8
40	40	56,3	3,7	2,7	0,3	0,7
36	36	60,7	3,3	2,4	0,3	0,6
35	35	61,8	3,2	2,35	0,25	0,6
30	30	67,3	2,7	2	0,2	0,5
26	26	71,6	2,4	1,75	0,2	0,45
25	25	72,7	2,3	1,7	0,2	0,4
20	20	78,2	1,8	1,3	0,15	0,35
16	16	82,5	1,5	1,1	0,1	0,3

Tipo de % de fibra	% en peso de Fibra	% en peso de Polímero	% en peso de Aditivos	Tipo de Aditivo		
				% en peso de Agente de Compatibilidad	% en peso de Anti-oxidante	% en peso de Aceite Mineral
15	15	83,6	1,4	1	0,1	0,3
10	10	89,1	0,9	0,7	> 0,1	> 0,2
6	6	93,45	0,55	0,4	> 0,1	0,1

En el lote maestro el material se trata de forma adicional en un molino de microgránulos, tal como un molino de microgránulos de California, o un extrusor de husillo individual, tal como un extrusor de husillo individual de Bonnot.

5 Las Figuras 7 y 8 muestran una versión de laboratorio de un molino de microgránulos. El molino de microgránulos 50 tiene una tolva 52 a la cual se transfiere el material 54 compuesto de fibra/polímero desde el mezclador termocinético o el extrusor de husillo gemelar u otro mezclador. El material compuesto 54 cae sobre la placa perforada 56. Las aberturas 58 sobre la placa perforada 56 son de tamaño y diámetro de los microgránulos 60 sometidos a extrusión. Un par de ruedas 62 fuerzan al material compuesto a través de las aberturas 58 para formar los microgránulos 60. Las ruedas 62 están montadas sobre los ejes 64. Los ejes 64 están montados sobre un rotor 66. El rotor 66 se mueve por medio de un motor (no mostrado) para hacer rotar las ruedas 62 alrededor de la placa perforada 56. Los microgránulos 60 se retiran del aparato y se recogen.

15 La tendencia de las fibras a niveles elevados de fibra es a la agrupación. Se puede usar el dispositivo de husillo individual para dispersar la fibra de pasta de celulosa por todo el polímero. Se descubrió que resulta necesario desviar el flujo del material a través del extrusor con el fin de obtener la dispersión de la fibra. Esto se hace mediante la colocación de pasadores que se extienden desde la pared exterior del extrusor hasta el interior de la cavidad del extrusor. Se hace pasar el material desde el aparato a través de los orificios de la boquilla para formar los microgránulos sometidos a extrusión. El material puede tener tendencia a bloquearse detrás de la placa de la boquilla y, por tanto, puede que no pase a través de la boquilla de manera eficiente. La adición de una escobilla en la parte trasera de la cara de la boquilla mueve el material compuesto a través de los orificios de la boquilla de manera más eficiente.

25 La Figura 9 muestra un extrusor de husillo individual. El extrusor 80 tiene una tolva 82 en la cual se coloca el material compuesto procedente del mezclador. La tolva 82 conecta con una cuba 84 y un husillo 86 que se extiende a través de la cuba 84. El husillo 86 se hace rotar por medio de un motor (no mostrado) y conduce el material dentro de la cuba hacia la placa de boquilla 88. El diseño del husillo puede distribuir más o menos presión sobre el material compuesto a medida que éste viaja a través de la cuba. Se colocan pasadores 90 a lo largo de la cuba. Los pasadores 90 se pueden mover hacia adentro o hacia afuera para desviar el flujo de material a través de la cuba y contribuir a la dispersión de las fibras dentro del polímero. La placa de boquilla 86 tiene un número de aberturas 92 a través de las cuales pasa el material para formar hebras que opcionalmente se cortan para dar lugar a microgránulos.

35 En una realización, se puede conectar directamente el primer mezclador de husillo gemelar al segundo mezclador de husillo individual y se hace pasar el material directamente desde el primer mezclador al segundo. El mismo motor puede operar ambos. Esto se muestra en la Figura 14.

40 Los microgránulos de lote maestro contienen de un 65 a un 85 % en peso de fibra de pasta química de madera y de un 15 a un 35 % en peso de polímero.

La Figura 10 es una realización de un proceso y un aparato para la fabricación de un material compuesto polimérico que tiene un 50 % o menos de fibras de pasta química de madera.

45 El material del extrusor de husillo gemelar se transfiere a un segundo extrusor 120 de husillo gemelar y se añade polímero adicional a través de la tolva 122. Se pueden añadir otros componentes también, bien en la garganta o a través de un dispositivo de relleno (no mostrado en la figura). El polímero es el mismo que se usó en el primer extrusor 100 de husillo gemelar. La cantidad de polímero añadido es la cantidad necesaria para proporcionar la carga deseada de fibra de madera al material compuesto.

50 En una operación por lotes, se puede usar el primer extrusor de husillo gemelar como segundo extrusor de husillo gemelar por medio de ciclado del material compuesto a través del primer extrusor de husillo gemelar una segunda vez y adición de polímero adicional en este segundo paso a través del extrusor. En esta operación, la cara de boquilla del extrusor se modifica desde una cara de boquilla abierta o parcialmente abierta hasta una carga de boquilla que tiene aberturas de boquilla para formar la fracción sometida a extrusión.

55 También se pueden añadir aditivos adicionales al segundo extrusor de husillo gemelar.

El material compuesto se somete a extrusión a través de las aberturas de boquilla en la placa de boquilla y se corta para el dimensionado.

5 La fracción sometida a extrusión procedente del segundo extrusor de husillo gemelar se puede conformar para dar lugar a microgránulos por medio del dispositivo sumergido de formación de microgránulos. Se ha pensado que no se podría usar un dispositivo sumergido de formación de microgránulos con la fibra de pasta papelera ya que las fibras son hidrófilas. Se ha encontrado que se puede usar un dispositivo sumergido de formación de microgránulos y el contenido de humedad de la fibra en el microgránulo es de un 1 % o menos. En algunas realizaciones, no existe efecto negativo debido a la captación de agua.

10 La Figura 15 es un diagrama de un dispositivo sumergido de formación de microgránulos. Los microgránulos abandonan el segundo extrusor 120 de husillo gemelar a través de las aberturas de boquilla 124 en la placa de boquilla 126 al interior de la cámara de corte 128 en la cual se corta la fracción sometida a extrusión para dar lugar a microgránulos. Los microgránulos son transportados por agua desde la cámara de corte 128 hasta una sección de separación 130 por medio de la tubería 132. Los microgránulos calientes se enfrían con agua. En una realización, los microgránulos adoptan forma esferoidal durante el proceso. En la sección de separación 130, se separan los microgránulos a partir del agua por medio de filtración. El agua separada pasa a través de un intercambiador de calor 134 donde se enfría. El agua vuelve a la cámara de corte 128 a través de la tubería 136.

15 20 Los microgránulos separados pasan a través de una sección de secado 138 donde se retira el resto de agua. Se muestra un secador ciclónico pero el secador puede ser de cualquier tipo. Los microgránulos secos pasan posteriormente a una canaleta de microgránulos y al interior de una operación de envasado por medio de la cual se introducen en bolsas.

25 Existe un número de fabricantes de dispositivos sumergidos de formación de microgránulos. Estos incluyen Gala Industries, Neoplast, Berlyn y Davis Standard.

30 Un dispositivo sumergido de formación de microgránulos tiene muchas ventajas, pero se puede usar cualquier tipo de dispositivo de formación de microgránulos.

Se puede usar una bomba en masa fundida para amortiguar la presión y los pulsos de flujo generados por el extrusor de husillo gemelar, garantizando de este modo un suministro estable y continuo de la fracción sometida a extrusión.

35 La Figura 14 muestra otra realización del sistema de mezcla.

Puede resultar necesario obtener mayor dispersión de las fibras de pasta de madera de celulosa en el polímero. Se coloca un dispositivo de mezcla, tal como el extrusor de husillo individual que se muestra en la Figura 9, entre los dos mezcladores de husillo gemelar. Se usa un extrusor de husillo individual para dispersar las fibras de forma adicional.

Debería comprenderse que en la siguiente discusión de las diferentes realizaciones del microgránulo reducido, cualquier microgránulo individual puede tener una o más de cada una de las presentes realizaciones.

45 50 En varios de los siguientes ensayos, se moldea el material compuesto para dar lugar a una forma de hueso de perro que tiene las siguientes dimensiones: 6-3/8 pulgadas (152,4 - 9,5 mm) de largo, 1/8 de pulgada (3,2 mm) de grosor, las secciones terminales tienen 3/4 pulgadas (19,1 mm) de ancho, la sección central tiene 1/2 pulgadas (12,7 mm) de ancho y la longitud de la sección central es de 2,7 pulgadas o 68 mm. Estas son las dimensiones de un hueso de perro cuando se menciona en el texto. El moldeo del hueso de perro es bajo calor y compresión. El moldeo de un microgránulo de lote maestro con una cantidad grande de fibras provoca la degradación de la fibra debido a la cantidad grande de calor y presión necesaria para moldear el material lo que provoca que la fibra se vuelva marrón.

55 En una realización, se proporciona un material compuesto reducido que tiene de un 10 a un 50 % en peso de fibra de pasta química de madera blanqueada. El resto es polímero y otros aditivos. En otra realización, se proporciona un material compuesto reducido que tiene de un 20 a un 40 por ciento de fibras de pasta química de manera blanqueadas y el resto es polímero y otros aditivos como se ha comentado con anterioridad.

60 En una realización, el material compuesto reducido tiene un brillo de al menos 20, tal y como se mide por medio de Ensayo de Brillo. En otra realización, el material compuesto reducido tiene un brillo de al menos 30, tal y como se mide por medio de Ensayo de Brillo.

La composición de lote maestro, que tiene un 65 % en peso o más de fibra en la composición no tiene este brillo, debido al calor y la presión necesarios para conformar el material con forma de hueso de perro degrada la fibra y provoca un color marrón o negro.

65

Ensayo de Brillo

5 El método consiste en que se enfoca una luz procedente de una fuente individual y se dirige a través de una abertura sobre el hueso de perro con un ángulo de 45 grados y la luz reflejada pasa a través de un filtro que tiene características espectrales convencionales y posteriormente se mide por medio de un fotodetector ubicado perpendicular a la superficie superior del hueso de perro. La cantidad de luz reflejada se compara con el óxido de magnesio, que tiene características espectrales conocidas que se almacenan en la memoria de los instrumentos. La relación de luz reflejada con respecto a óxido de magnesio se expresa como porcentaje.

10 El instrumento es un Medidor de Brillo de Technidyne MICRO S-5. El instrumento se debería calentar durante 30 minutos antes del ensayo. La luz reflejada pasa a través de un filtro que tiene una longitud de onda eficaz de filtro de 457 nanómetros.

15 Se somete a ensayo un hueso de perro para cada condición diferente del material compuesto tal como un polímero diferente, una cantidad de polímero diferente, una cantidad de fibra diferente y aditivos diferentes. Hay un peso de 1 kg sobre la parte superior del hueso de perro. El hueso de perro se rota a través de los cuatro puntos cardinales, para proporcionar cuatro valores de brillo que se promedian.

20 En una realización o material compuesto reducido, la dispersión media de las fibras de pasta química de madera blanqueadas en el material compuesto reducido es igual o mayor de un 90 %. En otra realización del material compuesto reducido, la dispersión media de las fibras de pasta química de madera en el material compuesto reducido es igual o mayor de 95 %. En otra realización, la dispersión media de las fibras de pasta química de madera blanqueadas en el material compuesto reducido es igual o mayor de un 98 %. En otra realización, la dispersión media de las fibras de pasta química de madera blanqueadas en el material compuesto reducido es igual o mayor de un 99 %. Los medios de dispersión promedio de las fibras se distribuyen de manera sustancialmente uniforme por todo el material compuesto y el porcentaje es el número de fibras que no están en agrupadas en multitud. Estos porcentajes se determinan usando un Ensayo de Dispersión.

Ensayo de Dispersión

30 La medición de la dispersión se logra mediante el uso de ImageJ (NIH). ImageJ es un soporte lógico gratuito que se puede descargar en <http://imagej.nih.gov/ij/download.html>. The Erode, Subtract Background, Analyze Particles y los otros compuestos usados en la macro habitual siguiente son comandos convencionales de ImageJ. La macro simplemente usa los comandos convencionales de ImageJ en un orden concreto para obtener la información.

35 Las muestras son huesos de perro como se ha descrito anteriormente. Se toman fotografías de rayos X de las muestras y se exploran las fotografías hasta una imagen digital. La imagen se abre con ImageJ y se analiza usando la macro habitual.

40 La macro habitual ubica las muestras en la imagen. A continuación, lleva a cabo el comando Erode cuatro veces para retirar los artefactos del borde de la muestra. Aplica el comando de Sustracción de Fondo con un diámetro de bola de rotación de 5 píxeles, un fondo de luz y con el suavizado deshabilitado. La imagen en escala de grises se convierte a negro y blanco mediante el uso de un valor umbral proporcionado por el usuario. Un valor umbral típico es 241.

45 Ahora la imagen tiene partículas negras que corresponden a fibras no dispersadas. Las partículas se cuentan usando el comando de Analyze Particles. Se cuentan todas las partículas excepto las que se encuentran en contacto con el borde. Esto es porque existen con frecuencia efectos de borde que hacen que la partícula se parezca a la macro pero no son realmente una partícula.

50 La otra suposición es que el material de pasta de madera cortada proporcionado por medio del proceso se divide o deslaminar una vez a lo largo de una línea central y estas partículas divididas también se pueden dividir o deslaminar una vez a lo largo de la línea central. La macro asume que una mitad de las partículas analizadas se dividen o deslaminan una vez y la otra mitad se dividen o deslaminan dos veces.

55 La macro informa sobre el área de las partículas no dispersadas. La macro asume que una mitad del área total se encuentra ocupada por partículas no dispersadas divididas una vez y la otra mitad del área tota está ocupada por partículas divididas dos veces.

60 A continuación, se calcula el peso total de las partículas o fibras no dispersadas. En la siguiente discusión se usa una hoja de pasta papelera que tiene un peso de base de 750 gramos por metro cuadrado (gsm). La macro asume que el peso de base de una mitad de las partículas, las partículas divididas una vez, tiene un peso de base de 375 gsm y la otra mitad de las partículas analizadas, las partículas divididas dos veces, tiene un peso de base de 187 gsm. El peso total de las partículas o fibras no dispersadas se determina por medio de la fórmula siguiente:

65

Peso de partículas no dispersadas = 0,0001 * [0,5*(área de partículas no dispersadas)cm²*(375 gsm) + 0,5*(área de partículas no dispersadas)cm²*(187 gsm)]

El porcentaje en peso de partículas dispersadas se encuentra por medio de la fórmula siguiente:

5 **% en peso de partículas no dispersadas = 100*peso de partículas no dispersadas/peso total de fibras en la muestra**

10 El porcentaje en peso de las fibras dispersadas se encuentra restando el porcentaje en peso de las partículas no dispersadas de 100 por ciento.

La macro actual es:

```
//HOW MANY SPECIMENS ARE IN THE IMAGE?
N=10;
//Now run the macro
run("8-bit");
run("Rotate 90 Degrees Right");
run("Select All");
run("Copy");
run("Internal Clipboard");
setThreshold(0,200);
run("Convert to Mask");
k=1;//initialize k to 1
P=4;//number of Erode operations to perform
while (k<=P) { //this loop does multiple Erodes

    run("Erode");
    k=k+1;
}
run("Analyze Particles...", "size=0-Infinity circularity=0.00-1.00 show=Nothing clear
record add");
run("Internal Clipboard");
run("Subtract Background...", "rolling=5 light disable");
selectWindow("Clipboard");
run("Create Selection");
selectWindow("Clipboard-1");
run("Restore Selection");
//THE USER MUST SET THE THRESHOLDING VALUE. 241 USUALLY WORKS
WELL.
setThreshold(0, 241);
run("Convert to Mask");
run("Make Binary");
k=0;
M=N-1;//we count up from 0 not 1
while (k<=M) { //this loop does multiple Analyze Particles
    roiManager("Select", k);
    run("Analyze Particles...", "size=0-Infinity circularity=0.00-1.00 show=Nothing
exclude summarize");
    k=k+1;
}
close();
close();
```

15 La dispersión puede depender de la cantidad de carga de fibra. En una realización del material compuesto que tiene un 20 por ciento de fibra de pasta química de madera blanqueada, se encontró que la dispersión era igual o mayor de un 99 %. En una realización del material compuesto que tiene un 30 % en peso de fibra de pasta química de madera blanqueada, se encontró que la dispersión era igual o mayor de un 98 %. En una realización del material compuesto que tiene un 40 % en peso de fibra de pasta química de madera blanqueada, se encontró que la dispersión era igual o mayor de un 92 %.

25 Se comparó el nivel de olor del material compuesto reducido con los niveles de olor del polímero termoplástico que incorporó otros materiales. Se sometieron a ensayo tres niveles de material compuesto reducido - polímero que incorpora un 20 % en peso de fibra de pasta química de madera blanqueada, que incorpora un 30 % en peso de fibra de pasta química de madera blanqueada y que incorpora un 40 % en peso de fibra de pasta química de madera blanqueada. Estos se compararon con un control del polímero termoplástico solo, con el polímero que incorpora un 30 % en peso de fibra de vidrio, con el polímero que incorpora un 30 % en peso de sisal y con el polímero que

incorpora un 30 % en peso de harina de madera de arce.

El ensayo usado fue ASTM E679, que usaba un dispositivo de medición de olor Ac'scent, disponible en St. Croix Sensory, 1-800-879-9231. En este ensayo, se coloca la muestra en una bolsa Tedlar 9l a 40 °C durante 24 horas antes del ensayo. El dispositivo de medición de olor usa un sistema de válvula ventura donde el aire libre de olores a caudal elevado a través de la válvula extrae el aire de la bolsa de muestra al interior de una corriente de aire. Se pueden lograr factores de dilución de 8 a 66.000. El número presentado es el factor de dilución al cual se detecta el olor de muestra. Cuanto mayor es el número de dilución, más oloroso es el material. Los resultados son los siguientes:

Material	Dilución hasta detección de olor
Control	150
30 % de fibra de vidrio	470
30 % de fibra de sisal	7200
30 % de harina de madera de arce	1500
20 % de fibra de pasta de madera blanqueada	350
30 % de fibra de pasta de madera blanqueada	300
40 % de fibra de pasta de madera blanqueada	330

Se puede apreciar que el nivel de dilución del polímero termoplástico con la fibra de pasta de madera blanqueada es menor que cualquiera de los otros materiales, incluyendo la fibra de vidrio, y es sustancialmente el mismo, independientemente de la cantidad de fibra de pasta de madera incorporada en el polímero termoplástico.

Con el fin de determinar la utilidad del material compuesto reducido, se encargó un informe de Moldflow® de los microgránulos reducidos. Los informes Moldflow® se usan en la industria para determinar el modo en el material experimenta ciclado a través de un proceso de moldeo, y para ganar conocimiento del comportamiento del material durante el proceso de moldeo por inyección. El informe comparó un material compuesto de polipropileno con un 30 % de fibras de pasta química de madera blanqueada con dos materiales compuestos de polipropileno relleno con un 20 % de vidrio.

La siguiente tabla del informe proporciona un estudio del tiempo de enfriamiento para una parte resistente. Los dispositivos de operación son el canal que conduce al molde que puede operarse en caliente o en frío. Si es en frío, entonces tiene que expulsarse con la pieza, recortarse y reciclarse o desecharse el residuo. Si es en caliente, los contenidos permanecen en estado fundido y se usan como primer pedazo de plástico inyectado para el siguiente ciclo de inyección.

Tipo de material compuesto	Temperatura en masa fundida °F (°C)	Dispositivo de operación	Tiempo de enfriamiento para alcanzar la temperatura de expulsión Segundos
polipropileno relleno con 20 % de vidrio	380 (193)	Caliente	136
	380 (193)	Frío	124
	446 (230)	Caliente	180
	446 (230)	Frío	180
polipropileno relleno con 20 % de vidrio	380 (193)	Caliente	126
	380 (193)	Frío	126
	446 (230)	Caliente	183
	446 (230)	Frío	184
polipropileno relleno con 30 % de fibra de pasta de madera	330 (165)	Caliente	99
	380 (193)	Frío	106
	380 (193)	Caliente	105
	446 (230)	Frío	119

Se puede apreciar que el polipropileno relleno con la fibra de pasta química de madera blanqueada tuvo un tiempo de enfriamiento mucho más corto que el polipropileno relleno con vidrio. Esto se traduce en tiempo de ciclo más rápido y más partes producidas en un período concreto de tiempo.

Esto también se aprecia en otra tabla procedente del informe que compara los tiempos de ciclo "medios" para las partes moldeadas para el material de polipropileno relleno con un 20 % de vidrio y el material de polipropileno relleno con un 30 % de fibra de pasta química de manera blanqueada.

Etapa de proceso	Material de polipropileno relleno con un 20 % de vidrio	Material de polipropileno relleno con un 30 % de fibra de pasta química de madera blanqueada
Tiempo de relleno, segundos	3	3
Tiempo de Envasado/Retención, segundos	12	10
Tiempo de enfriamiento, segundos	39	26
Apertura/cierre del molde, segundos	6	6
Tiempo de ciclo total, segundos	60	45

El tiempo de ciclo "medio" genérico para el material relleno con fibra de pasta química de madera es de un 75 % del tiempo de ciclo para el material relleno con vidrio. Esto proporciona una tasa de producción mucho más rápida.

5 También se aprecia que la composición con un 10 a un 50 % en peso de fibra de pasta de madera y de un 25 a un 85 % en peso de polímero termoplástico tiene otro atributo. Los bordes de las estructuras moldeadas se encuentran libres o sustancialmente libres de defectos táctiles. Un defecto táctil es un defecto que se puede apreciar con el tacto cuando se pasa la mano o el dedo a lo largo del borde de la parte moldeada. Se debería distinguir un defecto táctil de un defecto visual. Es posible que una parte tenga un defecto visual de borde, uno que se pueda apreciar visualmente, pero no tenga un defecto táctil de borde, uno que se pueda apreciar con el tacto. El borde de una parte es la capa de frontera entre las dos caras de la parte. Normalmente, está rodeado o forma un ángulo con las caras de la parte. Con frecuencia, se encuentra rodeado o forma un ángulo de 90° con respecto a las caras de la parte. En una realización, los bordes están libres de defecto táctiles. En otra realización, el borde tendría un valor medio de un defecto táctil o menos por pie cuadrado (929 cm²) o menos del borde. En otra realización, el borde tendría un valor medio de dos defectos táctiles o menos por pie cuadrado (929 cm²) o menos de borde. El término "pie o menos" significa que el si la longitud total del borde es menor que el número exacto de pies, entonces la longitud total del borde se trata como si fuera la longitud en pies más grande contigua para la determinación de defectos táctiles. Por ejemplo, si la estructura tiene una longitud total de borde de 8 pulgadas (20,3 cm), entonces se trataría como si tuviera una longitud total de borde de 1 pie (30,5 cm) para determinar el número de defectos táctiles, y si la longitud total de borde es de 2 pies y 4 pulgadas (71,1 cm), entonces se trataría como si tuviera una longitud total de borde de 3 pies (91,4 cm) en la determinación del número de defectos táctiles.

25 El microgránulo de lote maestro que contiene de un 65 a un 85 % en peso de fibra también se puede reducir hasta un 10 a un 50 % en peso de fibra o un 20 a un 40 % en peso de fibra en la operación de moldeo por inyección para la formación de las partes moldeadas. Se añade el microgránulo al dispositivo de moldeo por inyección y es preciso reducir la cantidad de fibra y se añade el polímero termoplástico adicional necesario para reducir la cantidad de fibra a un valor de un 10 a un 50 por ciento en peso de fibra o de un 20 a un 40 por ciento en peso de fibra, al dispositivo de moldeo por inyección. El polímero se reduce hasta una cantidad final de fibra y se conforma la parte moldeada al mismo tiempo. Esto reduce el coste de disminuir la cantidad de fibra en una operación por separado.

REIVINDICACIONES

1. Una composición que comprende de un 10 a un 50 % en peso de fibra de pasta química de madera blanqueada y de un 45 a un 85 % en peso de un polímero termoplástico, donde la composición tiene un brillo de al menos 20 medido por medio de Ensayo de Brillo, donde el Ensayo de Brillo usa un Dispositivo de Medición de Brillo Technidyne MICRO S-5 para enfocar la luz procedente de una fuente individual dirigida a través de una abertura sobre un hueso de perro de la composición con un ángulo de 45 grados y la luz reflejada pasa a través de un filtro que tiene una longitud de onda eficaz de 457 nanómetros y se mide por medio de un fotodetector ubicado perpendicular a la superficie superior del hueso de perro, en comparación con las características especiales conocidas del óxido de magnesio, y la relación de luz reflejada con respecto a óxido de magnesio se expresa como porcentaje.
2. La composición de la reivindicación 1, donde la composición comprende de un 20 a un 40 % en peso de fibra de pasta química de madera blanqueada y de un 55 a un 75 % en peso de polímero termoplástico.
3. La composición de la reivindicación 1 o 2, donde el polímero termoplástico está seleccionado entre el grupo que consiste en biopolímeros, poli(ácido láctico), acetato de celulosa, propionato de celulosa, butirato de celulosa; policarbonatos, poli(tereftalato de etileno), poliolefinas, polietileno, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polietileno lineal de baja densidad, polipropileno, poliestireno, copolímeros de poliestireno, copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno, copolímeros de bloques de estireno, poli(cloruro de vinilo) y plásticos reciclados.
4. La composición de la reivindicación 1, donde la composición tiene un brillo de al menos 30, tal y como se mide por medio del Ensayo de Brillo.
5. La composición de la reivindicación 4, donde la composición comprende de un 20 a un 40 % en peso de fibra de pasta química de madera blanqueada y de un 55 a un 70 % en peso de polímero termoplástico.
6. La composición de la reivindicación 4 o 5, donde el polímero termoplástico está seleccionado entre el grupo que consiste en biopolímeros, poli(ácido láctico), acetato de celulosa, propionato de celulosa, butirato de celulosa; policarbonatos, poli(tereftalato de etileno), poliolefinas, polietileno, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polietileno lineal de baja densidad, polipropileno, poliestireno, copolímeros de poliestireno, copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno, copolímeros de bloques de estireno, poli(cloruro de vinilo) y plásticos reciclados.
7. La composición de la reivindicación 1, que además comprende un agente de compatibilidad o agente de acoplamiento.
8. La composición de la reivindicación 1, que además comprende un anti-oxidante.

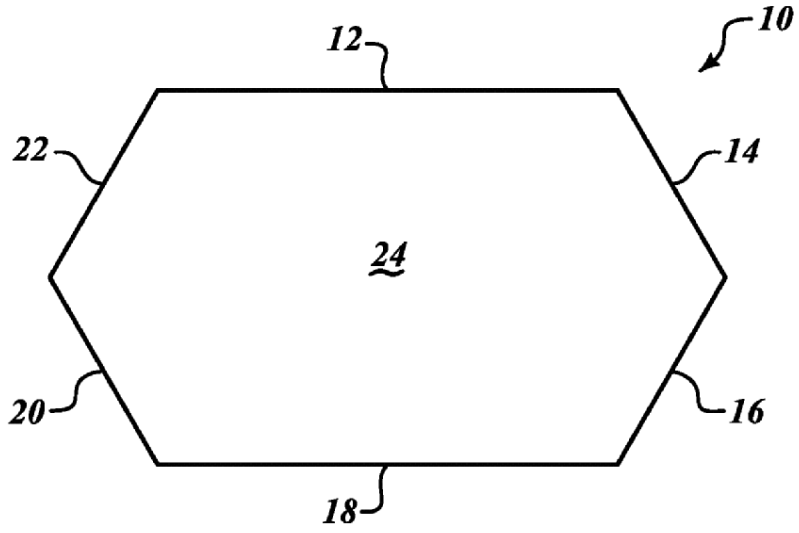


FIG. 1

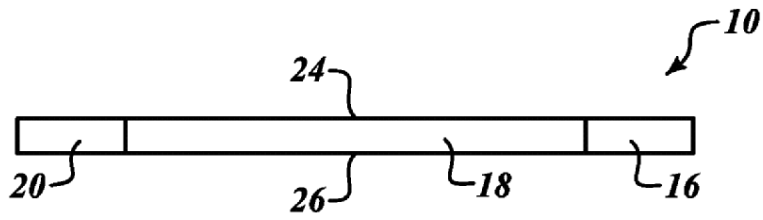


FIG. 2

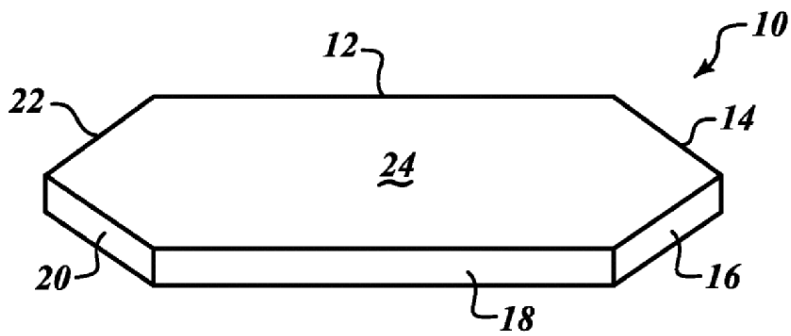


FIG. 3

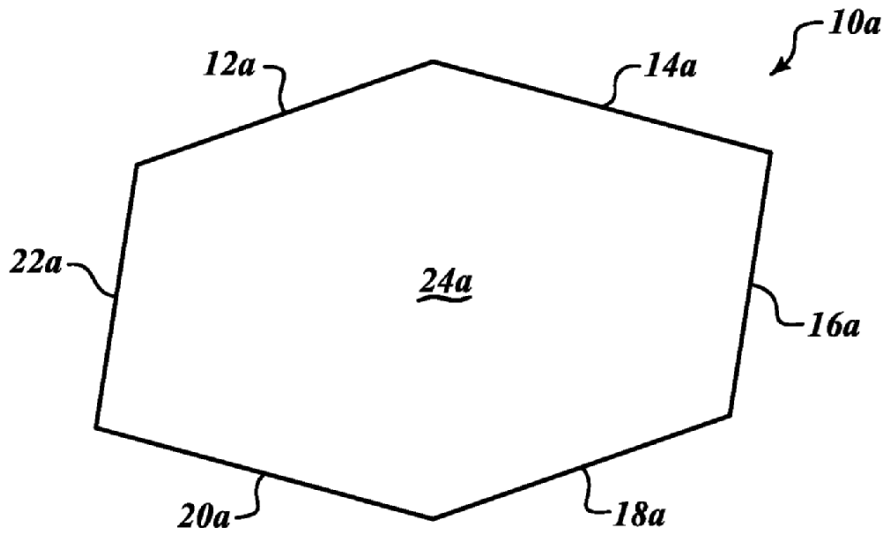


FIG. 4

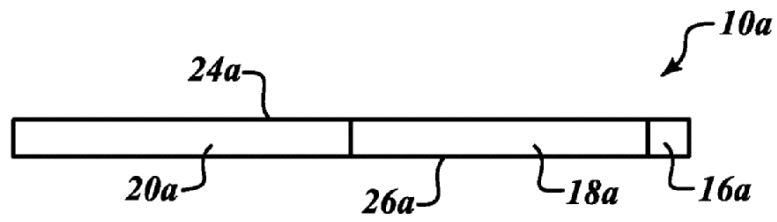


FIG. 5

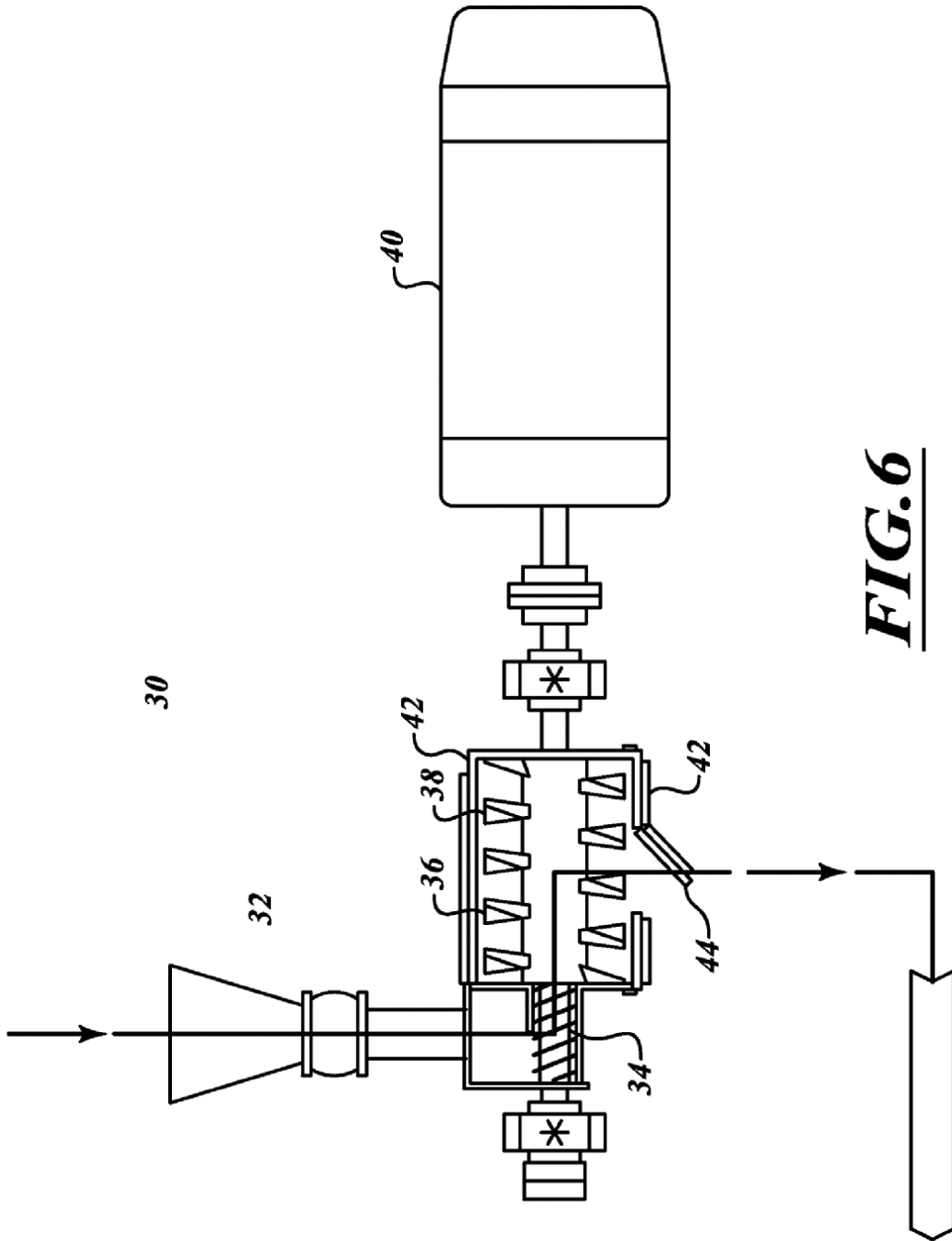


FIG. 6

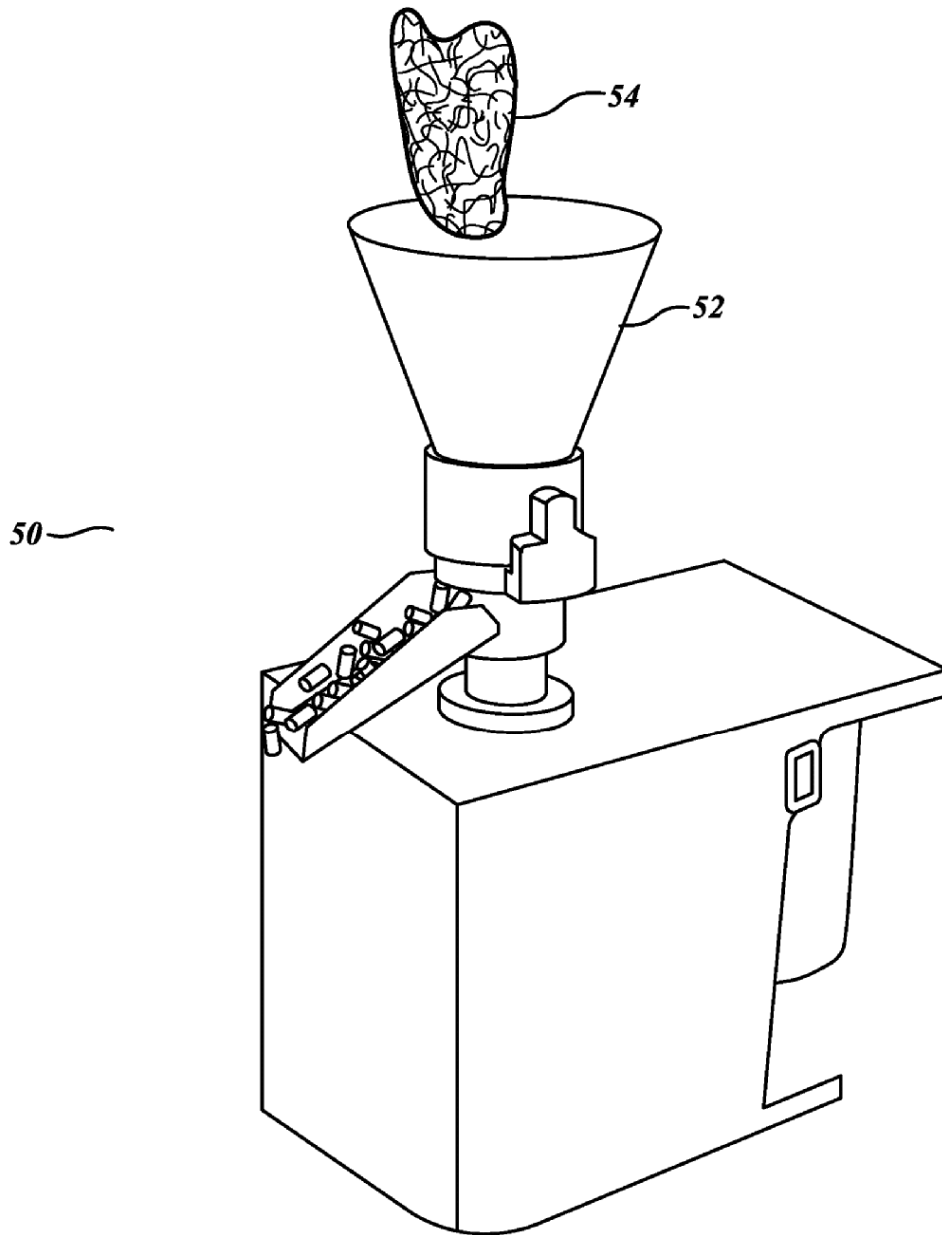


FIG. 7

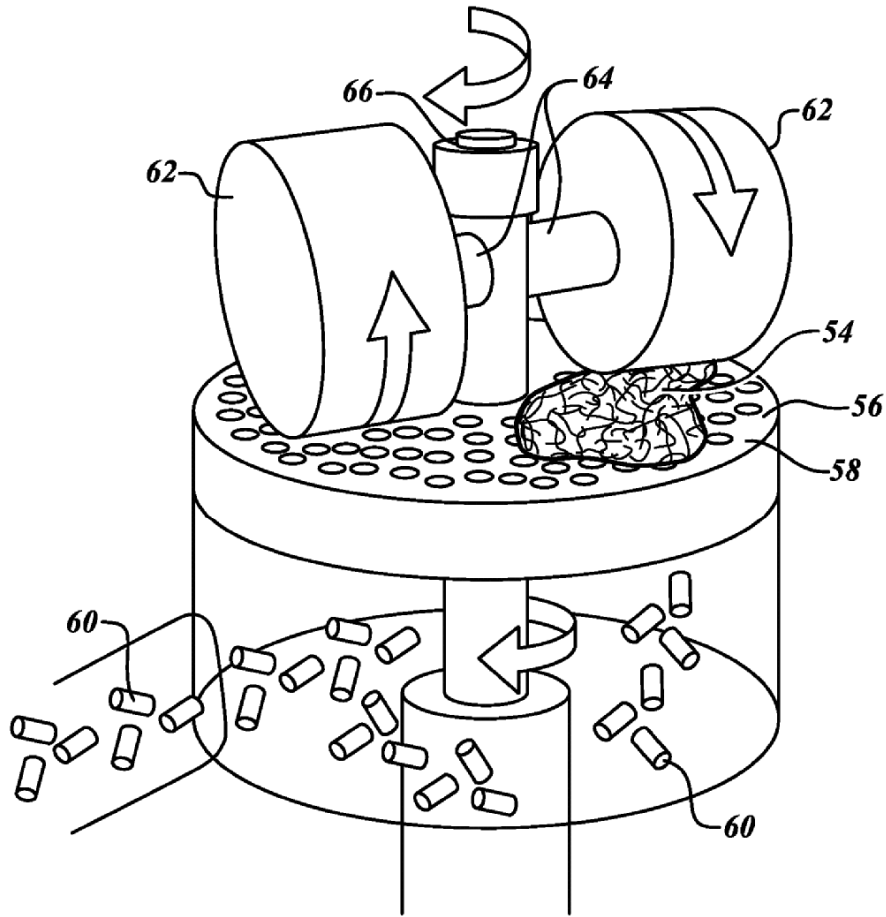


FIG. 8

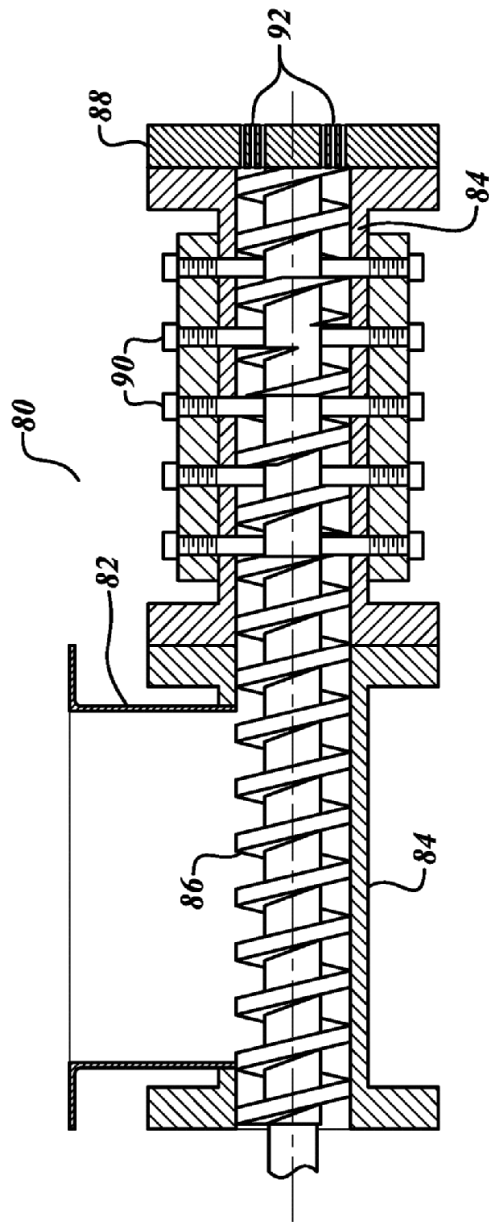


FIG. 9

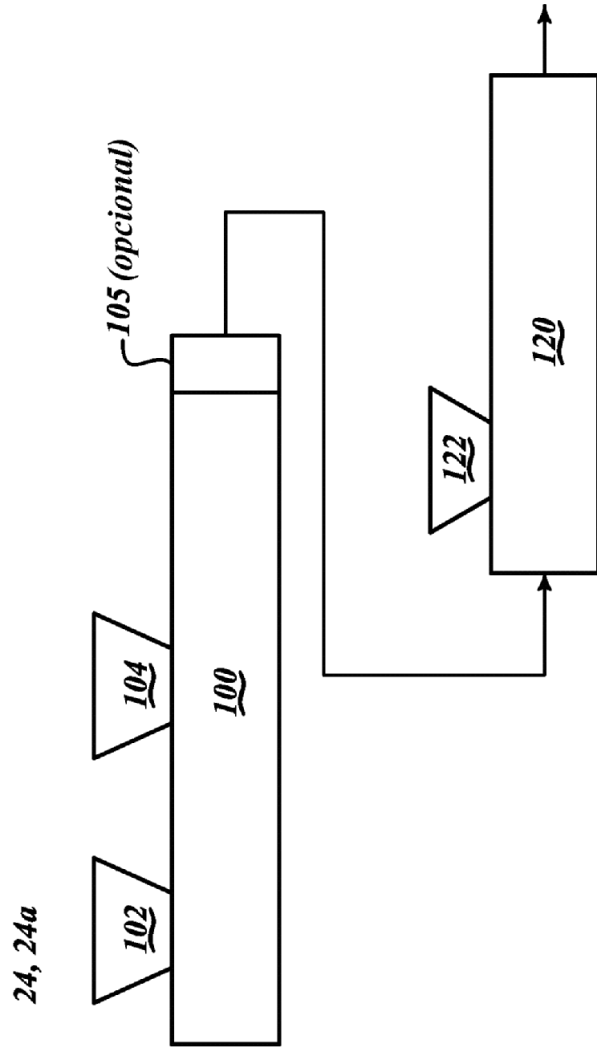
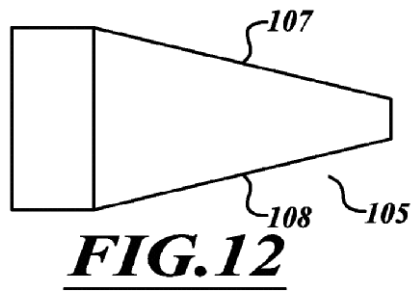
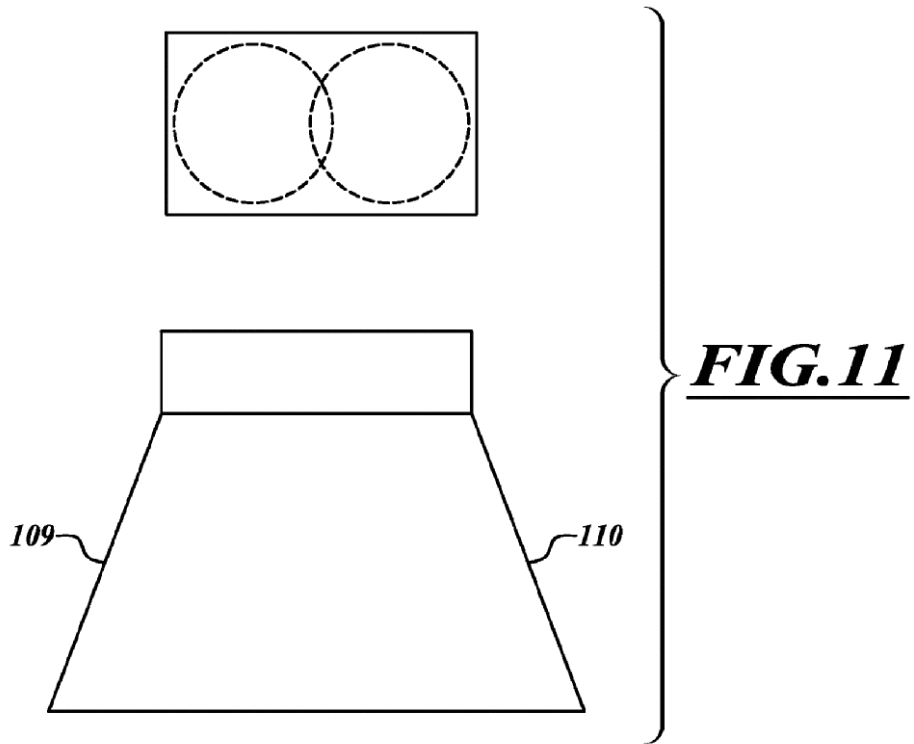


FIG. 10

24, 24a



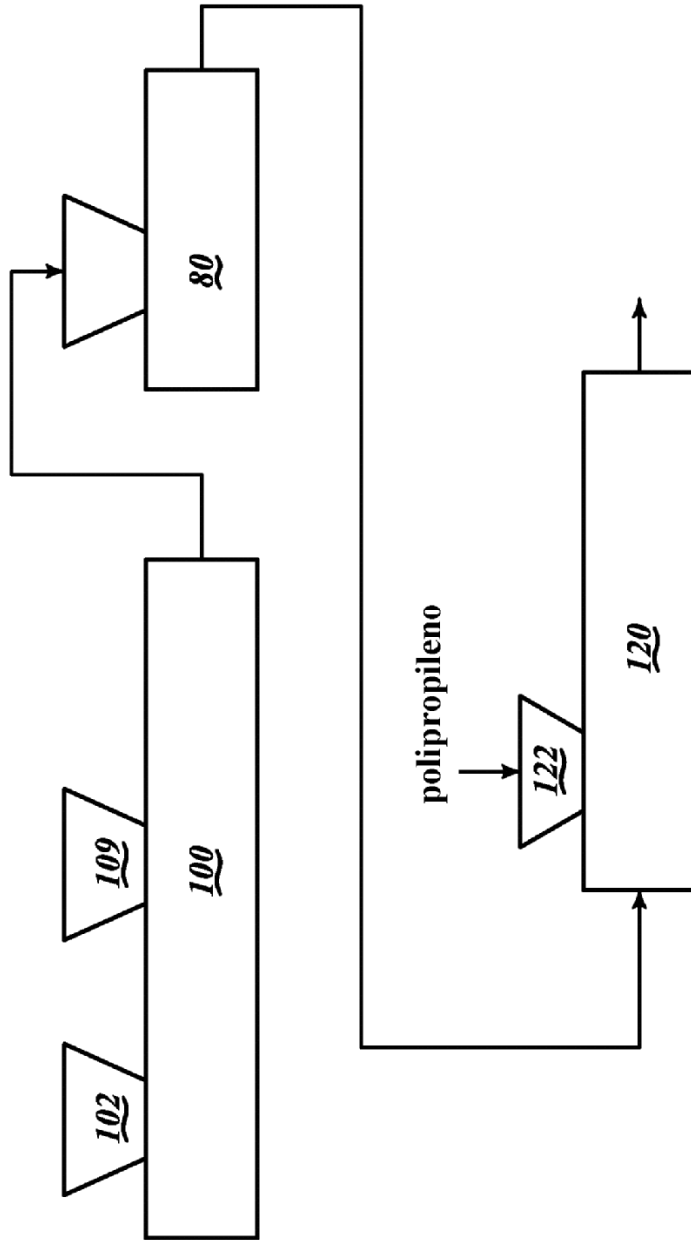


FIG.14

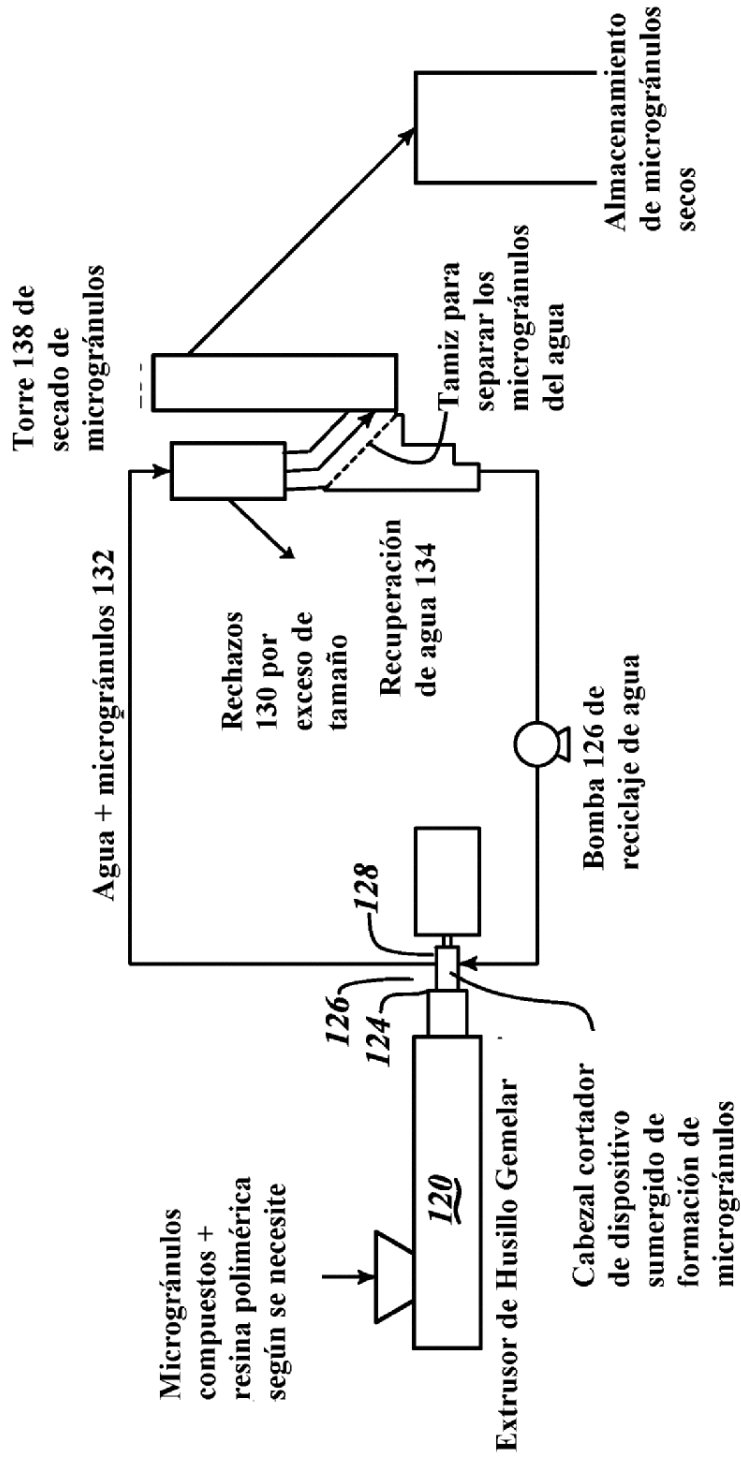


FIG.15