

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 187**

51 Int. Cl.:

B32B 27/04 (2006.01)

B32B 27/32 (2006.01)

C08L 23/08 (2006.01)

C08L 23/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2009** **PCT/US2009/068964**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.06.2010** **WO10071879**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2009** **E 09831283 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017** **EP 2376283**

54 Título: **Materiales compuestos de madera y plástico que utilizan capas protectoras de ionómero y métodos para su fabricación**

30 Prioridad:

19.12.2008 US 139205 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.10.2017

73 Titular/es:

FIBER COMPOSITES, LLC (100.0%)
40 Westminster Street, Suite 703
Providence, RI 02903, US

72 Inventor/es:

PRZYBYLINSKI, JAMES, P. y
MANCOSH, DOUGLAS, G.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 635 187 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 de madera y plástico que utilizan capas protectoras de ionómero y métodos para su fabricación

Referencia cruzada a la solicitud relacionada

- 5 Esta solicitud reivindica la prioridad y el beneficio de la solicitud provisional de patente de EE.UU. nº de serie 61/139.205, presentada el 19 de diciembre de 2008.

Campo de la invención

- 10 Esta invención se refiere a sistemas y métodos para fabricar materiales compuestos de madera y plástico extruidos y, más particularmente, a sistemas para fabricar materiales compuestos de madera y plástico extruidos que utilizan capas protectoras (denominadas capstocks) de ionómero.

Antecedentes de la invención

- 15 En los últimos 25 años, un nuevo tipo de material ha entrado en el mercado de productos plásticos. Comúnmente referidos como materiales compuestos de madera y plástico (WPC), materiales compuestos de fibra y plástico, o materiales compuestos de plástico (PC), los nuevos materiales han sido aceptados en los mercados de productos de la construcción en aplicaciones tales como terrazas exteriores y barandillas, revestimientos, cubiertas de techos y una variedad de materiales de construcción de otros productos. El mercado para el material compuesto de madera y plástico ha crecido y los WPC ahora se utilizan en aplicaciones automotrices, así como en el sector de productos de construcción de la economía.

- 20 Un material compuesto de madera y plástico es un producto mezclado de madera, u otras fibras naturales, y un material termoplástico. Los productos se pueden producir con procedimientos tradicionales de plásticos tales como moldeo por extrusión o inyección. Por ejemplo, muchos productos de construcción se producen usando procesamiento por extrusión similar al procesamiento convencional del plástico. Los materiales de madera y plásticos se mezclan antes o durante el procedimiento de extrusión. Los materiales compuestos de madera y plástico a menudo compiten con la madera en el mercado de productos de construcción. Los materiales WPC actuales suelen ser compuestos de madera, o fibras naturales, y polietileno, polipropileno o cloruro de polivinilo (PVC). Los WPC disponibles actualmente, sin embargo, sufren ciertos inconvenientes. Por ejemplo, si el material compuesto contiene una relación de plástico a madera demasiado alta o demasiado baja, el producto acabado puede no tener la apariencia visual deseada o características de rendimiento estructural. Tales productos son menos deseables en el mercado. Además, los WPC pueden ser costosos de producir, debido al alto coste de los materiales termoplásticos y otros aditivos usados en la fabricación.

- 35 Irónicamente, muchos consumidores esperan que los WPC parezcan similares a la madera, pero también esperan que los WPC se comporten como un compuesto plástico robusto. Para aumentar el rendimiento, los fabricantes suelen incorporar estabilizantes UV, antioxidantes, biocidas, color, retardantes de llamas u otros aditivos a la formulación WPC. Estos aditivos, sin embargo, pueden aumentar los costes de fabricación del producto, aunque ciertos aditivos proporcionan un beneficio notable sólo en una ubicación limitada del producto (por ejemplo, en el caso de estabilizantes de UV, el beneficio sólo afecta al exterior del producto que está expuesto a la luz solar). Para reducir la cantidad de aditivos que se incorporan en el producto, a menudo se usan capas protectoras. En general, las capa protectoras se coextruyen con el material del núcleo para formar una capa delgada de polímero sobre el material extruido del núcleo. Pueden incorporarse varios aditivos a la capa protectora, reduciendo por tanto la cantidad total de aditivos por metro cuadrado (pie lineal) del producto. Estas capa protectoras, sin embargo, pueden sufrir de deslaminación del WPC subyacente y pueden romperse o fallar de otro modo, causando un aspecto desagradable, un rendimiento deteriorado y una insatisfacción del consumidor.

- 45 Con ciertas capas protectoras, para mejorar la adhesión, se coloca típicamente una capa de unión discreta entre el material del núcleo y la capa protectora, pero esta capa de unión puede presentar una serie de problemas. Por ejemplo, el enlace formado por la capa de unión puede separarse de uno o de ambos de la capa protectora y el material del núcleo a lo largo del tiempo, dando lugar a fallos del producto. Esto puede ocurrir porque la capa protectora y el material del núcleo pueden expandirse y contraerse a velocidades diferentes, debido a las diferencias en las propiedades del material, que pueden provocar el fallo del enlace. Además, el agua, el hielo u otros peligros relacionados con las condiciones ambientales instaladas pueden todavía penetrar en la capa protectora, por ejemplo, a través de huecos en los bordes de las secciones discretas de la capa protectora. Asimismo, los costes de fabricación de productos con capas protectoras que utilizan una capa de unión discreta tienden a ser altos, puesto que la capa de unión debe aplicarse a los materiales con capa protectora y capa de núcleo acabados.

- 55 El documento de patente JP2001072817 (A) describe el problema de cómo obtener una composición de resina basada en poliolefina apta para formar un compuesto de materiales de madera en una gran parte y excelente en procesabilidad de moldeo y obtener un producto moldeado a partir de la misma. Esta composición se obtiene al incluir materiales de madera (A), un ionómero copolímero de etileno y ácido carboxílico insaturado, en donde todo o parte de los grupos carboxilo en la molécula se neutraliza con iones metálicos (B), y una resina basada en poliolefina

(excepto el ionómero copolímero de etileno y ácido carboxílico insaturado) (C) y se caracteriza porque la relación en peso de B/C es de (5:95) a (100:0) y el otro producto moldeado esperado se obtiene moldeando la composición.

Sumario de la invención

5 En un primer aspecto, la presente invención proporciona un material compuesto coextruido adaptado para su uso como material de construcción, comprendiendo el material compuesto coextruido las características definidas en la reivindicación 1. En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un método para producir un material compuesto coextruido adaptado para su uso como material de construcción, comprendiendo el método las etapas definidas en la reivindicación 10.

10 En una realización, la invención se refiere a un material compuesto extruido adaptado para su uso como material de construcción, incluyendo el material compuesto extruido un núcleo que tiene un polímero base y una fibra natural en una mezcla sustancialmente homogénea y una capa protectora que tiene un ionómero. En una realización, el polímero base se selecciona del grupo que consiste en polipropileno, polietileno, HDPE, MDPE, LDPE, LLDPE y combinaciones de los mismos. En otra realización, la fibra natural se selecciona del grupo que consiste en virutas de madera, harina de madera, copos de madera, serrín, lino, yute, cáñamo, kenaf, cascarillas de arroz, abacá y combinaciones de los mismos. La capa protectora incluye además un polímero de capa protectora, en la que el ionómero y el polímero de capa protectora son una mezcla sustancialmente homogénea. El polímero base comprende un primer polímero y el polímero de capa protectora es el primer polímero, el cual puede ser HDPE.

20 En otra realización del aspecto anterior, la capa protectora incluye además un aditivo. En una realización, en la que el aditivo incluye al menos uno de un colorante, un estabilizante UV, un antioxidante, un biocida y un retardante de llamas. En otra realización, el colorante es un colorante variado. En otra realización más, el núcleo incluye de aproximadamente 1% a aproximadamente 100% de polímero base, en peso. En aún otra realización, el núcleo incluye aproximadamente 46% de polímero base, en peso.

25 En otra realización del aspecto anterior, la capa protectora incluye de aproximadamente 1% a aproximadamente 100% de ionómero, en peso; de aproximadamente 20% a aproximadamente 80% de ionómero, en peso; o aproximadamente 27,5% de ionómero, en peso. En otra realización, la capa protectora incluye de aproximadamente 0% a aproximadamente 99% de polímero de capa protectora, en peso; de aproximadamente un 20% a aproximadamente un 80% de polímero de capa protectora, en peso; o aproximadamente 72,5% de polímero de capa protectora, en peso. En aún otra realización, la capa protectora tiene un espesor de aproximadamente 0,30 mm (0,012 pulgadas) a aproximadamente 1,02 mm (0,040 pulgadas), o de aproximadamente 0,38 mm (0,015 pulgadas) a aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). En otra realización más, la capa protectora está unida directamente a por lo menos un lado del núcleo por coextrusión.

35 En otra realización, la invención se refiere a un método de fabricación de un material compuesto extruido adaptado para su uso como material de construcción, incluyendo el método las etapas de proporcionar un polímero base, proporcionar una fibra natural, mezclar y calentar el polímero base y la fibra natural para producir una mezcla base que incluye una mezcla fundida sustancialmente homogénea, proporcionar un ionómero, y coextruir el ionómero sobre al menos una parte de la mezcla base a través de una boquilla para formar un perfil extruido. En una realización, el método incluye además las etapas de proporcionar un polímero de capa protectora, y mezclar y calentar el ionómero y el polímero de capa protectora para producir una mezcla de capa protectora que tiene una mezcla fundida sustancialmente homogénea. En otra realización, el polímero base es un primer polímero y el polímero de capa protectora es el primer polímero, que puede seleccionarse del grupo que consiste en polipropileno, polietileno, HDPE, MDPE, LDPE, LLDPE y combinaciones de los mismos. En una realización, el primer polímero es HDPE. En otra realización más, el método incluye además las etapas de proporcionar un aditivo, y mezclar y calentar el ionómero, el polímero de capa protectora, y el aditivo para producir una mezcla de capa protectora que tiene una mezcla fundida sustancialmente homogénea. En aún otra realización, el aditivo es al menos uno de un colorante, un estabilizante UV, un antioxidante, un biocida y un retardante de llamas. En otra realización, el método incluye además la etapa de enfriar el perfil extruido, que puede incluir pasar el perfil extruido a través de un líquido, que puede ser al menos uno de agua o refrigerante.

50 En este documento, a menos que se indique lo contrario, el uso de un material al describir una aplicación, procedimiento o realización particular no limita la aplicación, el procedimiento o la realización descritos al material específico identificado. Los materiales se pueden usar indistintamente, de acuerdo con las enseñanzas descritas en la presente memoria. Además, a menos que se indique lo contrario, los términos WPC, PC, materiales compuestos de fibra y plástico, y sus variaciones se usan indistintamente.

Breve descripción de los dibujos

55 Otras características y ventajas de la presente invención, así como la propia invención, se comprenderán más completamente a partir de la siguiente descripción de las diversas realizaciones, cuando se lean junto con los dibujos anexos, en los que:

- La Figura 1 es una vista en perspectiva de una extrusión de material compuesto de fibra y plástico con capa protectora fabricado de acuerdo con una realización de la presente invención;

- La Figura 2 es una vista en perspectiva de un sistema para formar una extrusión del material compuesto de fibra y plástico con capa protectora de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 3 es una representación esquemática en sección transversal de un sistema para formar una extrusión de material compuesto de fibra y plástico con capa protectora de acuerdo con otra realización de la presente invención;
- 5 • La Figura 4 es una representación esquemática de una línea de procedimiento para formar una extrusión de material compuesto de fibra y plástico con capa protectora de acuerdo con otra realización de la presente invención;
- La Figura 5 es una vista desde un extremo de una extrusora de doble husillo co-rotativo usado en un sistema para formar una extrusión de material compuesto de fibra y plástico con capa protectora de acuerdo con otra realización de la presente invención;
- 10 • La Figura 6 es una vista en perspectiva de un adaptador de bloque Y y de un conjunto de boquilla de extrusión utilizado en un sistema para formar una extrusión de material compuesto de fibra y plástico con capa protectora de acuerdo con otra realización de la presente invención;
- La Figura 7A representa la sección lateral y las vistas frontales de un conjunto de boquilla de coextrusión utilizado en un sistema para formar una extrusión de material compuesto de fibra y plástico con capa protectora de acuerdo con otra realización de la presente invención;
- 15 • La Figura 7B ilustra las vistas de entrada, de sección lateral y de salida de las placas del conjunto de boquilla de coextrusión de la Figura 7A;
- La Figura 7C ilustra vistas de sección lateral parcial ampliada del conjunto de boquilla de coextrusión de la Figura 7A; y
- 20 • La Figura 8 representa una relación de la formulación de ionómero/polímero de capa protectora con respecto a la fuerza de adhesión.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra una realización de un material compuesto de fibra y plástico extruido con capa protectora 10 de acuerdo con la presente invención. El material compuesto de madera y plástico extruido (WPC) 10 incluye generalmente un cuerpo o núcleo de material compuesto dimensional 12 formado a partir de una mezcla que incluye uno o más polímeros base y fibras naturales. Los polímeros base pueden incluir polipropileno, polietileno, HDPE, MDPE, polipropileno, LDPE, LLDPE, PVC, materiales similares, y combinaciones de los mismos. Las fibras naturales o el material de relleno ayudan a proporcionar al núcleo extruido 12 el aspecto y la sensación de un producto de madera natural. Los tipos de fibras naturales, tales como rellenos de madera o similares, incluyen astillas de madera, harina de madera, copos de madera, aserrín, lino, yute, abacá, cáñamo, kenaf, cascarillas de arroz, materiales similares y combinaciones de los mismos. El uso de estos materiales de rellenos puede reducir el peso y el coste del núcleo 12. Además, el núcleo 12 puede incluir aditivos tales como colorantes, lubricantes, retardantes de llama, inhibidores de moho, compatibilizadores, agentes de acoplamiento, biocidas, estabilizantes de UV, antioxidantes, otros materiales, y combinaciones de los mismos.

El núcleo 12 está recubierto al menos por un lado por una capa protectora 14 que incluye, en una realización, una mezcla de un ionómero y un polímero de capa protectora. En una realización, una capa protectora de HDPE e ionómero sobre un núcleo que tiene un polímero base de HDPE ha mostrado resultados satisfactorios. Una finalidad del polímero base es facilitar la adhesión entre el ionómero y el WPC 10 extruido que contiene el mismo polímero. Puesto que los polímeros, tales como el polietileno, resisten rápidamente bajo ciertas condiciones, la inclusión de ionómero también puede mejorar el comportamiento frente a la intemperie. Típicamente, el ionómero por sí solo muestra una adhesión limitada al núcleo de material compuesto subyacente 12. El ionómero es el componente protector que permite propiedades de superficie mejoradas en comparación con las del WPC extruido no revestido. El compuesto ionomérico sobre la superficie del WPC 10 extruido aumenta la resistencia al rayado, la resistencia al desvanecimiento del color y la resistencia a las manchas, como se muestra en una serie de ensayos controlados. La capa protectora de ionómero/polímero también reduce el daño al WPC 10 del agua a temperaturas extremadamente altas y bajas. Por consiguiente, a menudo es deseable proporcionar una capa protectora a todos los lados de un WPC. Sin embargo, no es necesario que los WPC estén completamente rodeados por capa protectora para beneficiarse de las ventajas asociadas con las mismas. En algunas realizaciones, puede ser deseable coextruir una capa protectora sobre menos de todas las superficies de un perfil de núcleo, por ejemplo, solamente sobre aquellas superficies sometidas a la exposición ambiental más severa (por ejemplo, una superficie horizontal superior y opcionalmente los bordes verticales de tableros extruidos).

Como se ha anteriormente indicado, en ciertas realizaciones, el polímero de capa protectora es sustancialmente el mismo que o idéntico al polímero base utilizado en el núcleo 12. Por ejemplo, tanto el polímero de capa protectora como el polímero base pueden ser polietileno. Alternativamente, se puede usar un polímero de capa protectora de polietileno junto con un polímero base de polipropileno. También se contempla el uso de polímeros de polipropileno de capa protectora en conjunción con polímeros base de polietileno, así como otras combinaciones de polímeros

disimilares. Esto ayuda a asegurar la adhesión entre el núcleo 12 y la capa protectora 14. Además, la capa protectora 14 puede incluir fibras naturales y aditivos, tales como los anteriormente enumerados con respecto al núcleo 12. Al incorporar los aditivos a la capa protectora 14 en lugar del núcleo 12, la cantidad total de aditivos por metro cuadrado (pie lineal) de material compuesto extruido se reduce significativamente, en comparación con compuestos que tienen fibras naturales y aditivos incorporados directamente en el mismo.

En ciertas realizaciones, la invención incluye sistemas y métodos para formar extrusiones de material compuesto de plástico que tienen una capa protectora de ionómero/polímero coextruida. Como se muestra en las figuras 2 y 3, un sistema de extrusión 100 incluye al menos cuatro estaciones principales: una estación de suministro o alimentador primario 150 que dispensa un polímero base (por ejemplo, en forma de polvos y/o gránulos) y otros aditivos; una extrusora de doble husillo co-rotativo 102 dispuesto para recibir el polímero base; un alimentador lateral secundario 160 que dispensa materiales adicionales (por ejemplo, materiales de relleno tales como madera o fibras naturales, aditivos tales como colorantes, etc.) en la extrusora 102 para mezclarse con el polímero base; y una boquilla de extrusión 140 para formar una extrusión de material compuesto con un perfil predeterminado. La Figura 4, descrita con más detalle a continuación, representa el sistema de extrusión 100 de las figuras 2 y 3, con dos estaciones de coextrusión y componentes aguas abajo relacionados para la fabricación de WPC con capa protectora acabados.

En el sistema de extrusión 100 representado en la Figura 2, la extrusora 102 incluye un cilindro de extrusión 120 y un par de husillos de extrusión co-rotativos 110, 112. El cilindro de extrusión 120 define una cavidad interna 122 (Figura 5) donde los materiales (por ejemplo, el polímero base, los materiales de relleno, los aditivos, etc.) se mezclan, calientan, y transportan. El cilindro de extrusión 120 está formado como un conjunto que incluye una pluralidad de segmentos discretos de cilindro 128. Los segmentos de cilindro 128 están dispuestos en serie y juntos forman la cavidad interna 122 que actúa como un canal de flujo entre la estación de suministro 150 y la boquilla de extrusión 140 (es decir, para el transporte de los diversos materiales). Los husillos de extrusión 110, 112 comprenden cada uno una pluralidad de segmentos de husillo discretos 116 sellados dentro de la cavidad interna 122 y que se extienden desde una zona de alimentación aguas arriba 130 a la boquilla de extrusión 140. Los segmentos del husillo 116 son extraíbles, reemplazables e intercambiables, las roscas del husillo pueden estar dispuestas para conseguir una secuencia deseada de alimentación, transporte, amasado y mezcla a medida que los materiales se procesan a través de la extrusora, a lo largo de la cavidad interna 122 del cilindro de extrusión 120.

Los husillos de extrusión 110, 112 se disponen en una relación paralela y configuran para que giren en un movimiento de co-rotación de uno con respecto al otro. El movimiento de co-rotación de los husillos de extrusión 110, 112 mezcla materiales, tales como el polímero base, fibra de madera, aditivos, etc. y transporta estos materiales a través del cilindro de extrusión 120. El cilindro de extrusión 120 y los husillos de extrusión 110, 112 se pueden realizar a partir de partes disponibles comercialmente. Un tipo similar de extrusora de doble husillo, en la que los husillos giran en un movimiento de contra-rotación de uno con respecto al otro, también se pueden usar para el procedimiento. En una disposición contra-rotacional, el procedimiento difiere de la configuración co-rotacional anterior porque el mezclamiento y la dispersión tienden a ser menos intensos. Por lo tanto, se confía más en la adición de calor, en oposición a la mezcla por cizallamiento, para conseguir la composición de todos los ingredientes antes del paso a través de la boquilla de extrusión 140.

Como se muestra en las figuras 2 y 3, el sistema de extrusión 100 incluye al menos cuatro estaciones principales: una estación de suministro 150; una extrusora de doble husillo co-rotativo 102; un alimentador lateral secundario 160; y una boquilla de extrusión 140. La estación de suministro 150 puede incluir un alimentador gravimétrico de pérdida de peso simple y/o doble (es decir, de doble husillo) para el caudal de materiales sólidos, típicamente en forma de fibras, polvos y/o pellets, en una zona de alimentación 130 en la extrusora 102. Se puede utilizar un alimentador o alimentadores de pérdida de peso con una velocidad de alimentación máxima de entre aproximadamente 23 kg/h (50 lb/h) y aproximadamente 907 kg/h (2000 lb/h) para un sistema de tamaño comercial típico. El o los alimentadores también suministran materiales directamente a la extrusora cuando se inicia el procedimiento.

Con referencia todavía a las figuras 2 y 3, la extrusora de doble husillo 102 incluye un cilindro de extrusión 120 y un par de husillos de extrusión de co-rotación 110, 112. El cilindro de extrusión 120 es un conjunto de segmentos discretos de cilindro 128 que forman un cilindro sustancialmente continuo. Esta disposición ofrece flexibilidad cuando se compara con una extrusora contrarrotacional, en la que los segmentos individuales de cilindro 128 se pueden mover, retirar y/o intercambiar para proporcionar diferentes configuraciones de cilindro, por ejemplo, para permitir diferentes sitios de alimentación (por ejemplo, puertos de entrada), vacío, o inyección. Además, la configuración de cilindro segmentada ofrece la flexibilidad de elegir entre múltiples puertos de entrada (por ejemplo, como se muestra en 132a, 132b) en la extrusora 102. Por ejemplo, puede emplearse el uso de más de un puerto de entrada para conseguir un producto extruido más sofisticado en términos de ingredientes compuestos, propiedades del producto y aspecto. Cada segmento de cilindro 128 define un agujero de cilindro que, cuando se ensambla, forma una cavidad interna sustancialmente continua 122 a lo largo de la longitud del cilindro de extrusión 120 (es decir, que se extiende desde la zona de alimentación 130 hacia la boquilla de extrusión 140). Cada segmento de tambor 128 incluye elementos calefactores eléctricos, tales como cartuchos de calentamiento, y agujeros de refrigeración para refrigeración de líquido de contraflujo, que proporcionan conjuntamente una regulación dinámica optimizada y un control de temperatura.

Los segmentos de cilindro individuales 128 se seleccionan a partir de cilindros abiertos (es decir, con puertos de entrada para zonas de alimentación), cilindros abiertos con insertos (para desgasificación, dosificación, o zonas de inyección), cilindros cerrados y/o cilindros combinados para alimentación combinada (por ejemplo, alimentación lateral de fibras o aditivos) y ventilación, cada una de ellas tiene entre aproximadamente 10,2 cm (cuatro pulgadas) y aproximadamente 50,8 cm (veinte pulgadas) de longitud. Como se muestra en la figura 3, el cilindro de extrusión 120 incluye dos segmentos de cilindro abiertos 128a, 128b para la comunicación del fluido con el alimentador primario 150 y el alimentador o alimentadores laterales secundarios 160, respectivamente. En la interfase entre los segmentos de cilindro adyacentes 128 se forma un cierre hermético a prueba de fugas. Los segmentos de cilindro adyacentes 128 pueden estar conectados con pestañas atornilladas 127, como se muestra en la Figura 2, o, alternativamente, con conectores de cilindro de prensa de tipo C.

Haciendo referencia a la Figura 2, los husillos de extrusión co-rotativos 110, 112 proporcionan un tipo de extrusora relativamente eficiente en términos de su capacidad para dispersar y distribuir adiciones y otros materiales dentro de una matriz de material extruido fundido. Como se muestra, cada uno de los husillos de extrusión 110, 112 comprende una disposición de husillo segmentado, en la que cada uno de los husillos de extrusión 110, 112 incluye una serie de elementos discretos o roscas (es decir, segmentos de husillo 116) ajustados sobre un eje 117. Dientes o estrías 124 (véase la Figura 5) permiten que los segmentos individuales 116 se aseguren al eje 117. Los segmentos de husillo adecuados están disponibles comercialmente de ENTEK Manufacturing, Inc., de Lebanon, Oregon. Los segmentos de husillo individuales 116 son cada uno móviles y reemplazables y pueden seleccionarse para tener perfiles de husillo de contraste, permitiendo así una disposición de perfil de husillo flexible que se puede adaptar a aplicaciones específicas y/o requerimientos de procedimiento.

Entre los diversos tipos de perfiles de segmento de husillo, los segmentos individuales pueden seleccionarse entre elementos de transporte, elementos de mezcla, elementos de amasado y/o elementos especiales. Los elementos de mezclamiento y amasado están diseñados en una variedad de longitudes, inclinaciones y direcciones de inclinación. Los bloques de amasado se construyen usando varios sub-segmentos de anchuras iguales o variables espaciadas a distancias iguales entre sí. El orden en el que amasar, mezclar, transportar, y otros segmentos pueden estar dispuestos para controlar el cizallamiento, el grado de fusión y la adición de energía. Además, este procedimiento de mezclamiento proporciona una fusión homogénea y una dispersión-distribución controlada del polímero base y otros aditivos. Los husillos segmentados 110, 112 permiten la modificación del perfil de husillo, por ejemplo, para la modificación de parámetros de procesamiento, propiedades físicas variables y/o aspecto superficial del producto extruido. Generalmente, un diámetro total de los segmentos de husillo permanece constante; sin embargo, la forma de las roscas (por ejemplo, la inclinación y la distancia entre las roscas) puede variar.

Los segmentos de husillo 116 pueden estar dispuestos de modo que alrededor de una primera mitad de la extrusora 102 proporcione un cizallamiento y amasado relativamente altos (es decir, para mezclamiento dispersivo de los materiales base y cualquier aditivo) y aproximadamente la segunda mitad de la extrusora 102 proporcione cizallamiento relativamente bajo (es decir, para la mezcla distributiva del material compuesto y colorantes u otros aditivos). Esta disposición se puede usar para inhibir el sobremezclamiento del uno o más polímeros y aditivos que forman la parte polimérica del material compuesto.

Las figuras 3 y 4 representan una realización ilustrativa del equipo de fabricación. Cada uno de los husillos de extrusión 110, 112 incluye cincuenta y dos (52) segmentos de husillo discretos 116, cada uno de entre aproximadamente 60 mm y aproximadamente 120 mm de longitud. Esta configuración particular define doce (12) zonas de procesamiento Z1-Z12, presentando cada zona un cambio en el perfil de husillo definido por uno o más segmentos de husillo discretos (véase, por ejemplo, las figuras 3, 4, y la Tabla A-1). En esta realización, los segmentos de husillo 116 están dispuestos de tal manera que las cinco primeras zonas (Z1-Z5) forman una primera región de mezcla 170 configurada para un mezclamiento dispersivo (es decir, amasado y cizallamiento relativamente alto), y las últimas siete zonas (Z6-Z12) forman una segunda región de mezclamiento 172 configurada para mezclamiento distributivo (es decir, cizallamiento relativamente bajo). En el mezclamiento dispersivo, las resistencias cohesivas entre partículas se pueden superar para conseguir niveles más finos de dispersión; el mezclamiento dispersivo también se llama mezclamiento intensivo. En otras palabras, el mezclamiento dispersivo incluye el mezclamiento y rotura de partículas discretas dentro del compuesto. El mezclamiento distributivo tiene como objetivo mejorar la distribución espacial de los componentes sin que la resistencia cohesiva juegue un papel; también se llama mezclamiento simple o extensivo. El mezclamiento distributivo permite la división y la dispersión de partículas discretas en una mezcla sin afectar sustancialmente el tamaño y/o la forma de las partículas (es decir, no se rompen las partículas).

La Figura 4 es una representación esquemática de una línea de procedimiento 250 para formar un WPC con capa protectora de acuerdo con una realización de la invención. Se representa la extrusora 102, así como un par de extrusoras 300a, 300b de capa protectora y varios componentes aguas abajo del sistema 100 de extrusión de perfil representado en las figuras 2 y 3. Cada sistema 300 de extrusora de capa protectora incluye un alimentador de capa protectora 302 y un alimentador 304 de color variado que cada uno suministra las cantidades deseadas de componentes a una tolva de coextrusión 306. El alimentador de la capa protectora 302 se llena con una mezcla de ionómero y polímero de capa protectora base, en cualquier relación deseada o requerida para una aplicación particular. Esta mezcla puede suministrarse premezclada al alimentador 302 o puede introducirse en el alimentador 302 a través de dos tolvas. Se pueden introducir aditivos adicionales en la tolva 306 a través de uno o más

alimentadores de aditivos 308. Los aditivos pueden incluir colores, biocidas, retardantes de llamas, inhibidores de UV, etc.

Cada cuerpo de coextrusora 310 incluye, en la realización representada, cuatro zonas (Z1-Z4) y se conecta a una boquilla de coextrusión 312 a la salida de la boquilla de extrusión del núcleo 140. La coextrusora 310 puede tener ya sea una configuración de husillo único o de doble husillo. Los parámetros de procedimiento asociados con la extrusora de capa protectora 300 se presentan en la Tabla A-1. En la realización representada, a diferencia de la extrusora 102, el cuerpo de la extrusora 310, el husillo y el cilindro no están segmentados. Además, el perfil de husillo no está diseñado para mezclar, sino para fundir y transportar. En otras realizaciones, se pueden utilizar diferentes tipos de extrusoras usando cilindros segmentados o husillos. En ciertas realizaciones, la salida de cada cuerpo de coextrusora 310 es de aproximadamente 57 kg/h (125 lb/h) hasta aproximadamente 79 kg/h (175 lb/h). Si se utiliza una única coextrusora de capa protectora, la producción puede estar entre aproximadamente 113 kg/h (250 lb/h) hasta aproximadamente 181 kg/h (400 lb/h). Se contemplan otros caudales, dependiendo de las configuraciones de líneas de procedimiento particulares, superficie específica y espesor de la capa protectora, etc. En general, la salida de la coextrusora representa aproximadamente el 5% de la producción total del sistema 100. Después de la extrusión, el material compuesto con capa protectora extruido se puede decorar con una estampadora 314, si se desea, y se hace pasar a través de uno o más depósitos de refrigeración 316, que pueden llenarse con un líquido tal como agua y/o refrigerante, para acelerar el enfriamiento. Se pueden usar boquillas de dimensionamiento opcionales del tipo de vacío u otros tipos durante el enfriamiento para mantener los requisitos dimensionales para el material compuesto. Se utiliza un tirador 318 para tirar del material compuesto extruido a través de los tanques de enfriamiento 316 y boquillas de dimensionamiento para mantener la consistencia dimensional del producto a medida que se enfría. Una o más sierras 320 cortan el material compuesto extruido terminado antes de una estación final 322 de refrigeración ambiental y una estación 324 de envasado.

Otras realizaciones de la línea de procedimiento 250 representada en la Figura 4 están contempladas. Por ejemplo, puede utilizarse una única coextrusora 310 para alimentar el material de capa protectora fundido a ambas boquillas de coextrusión 312a, 312b. Sin embargo, el sistema de coextrusora representado puede ser particularmente deseable, haciendo posible que se apliquen capa protectoras de diferentes formulaciones a diferentes superficies del WPC extruido o para permitir el cambio rápido del material de capa protectora a aplicar al mismo lote de material de núcleo. Esto permite, por ejemplo, la producción de WPC con capa protectora de diferentes colores.

La Tabla A-1 identifica temperaturas de zona típicas y otros detalles con respecto al sistema de procesamiento de extrusora empleado en las diversas realizaciones de la invención. Se presentan las temperaturas para cada zona, en un intervalo alto/bajo. En particular, los intervalos presentados pueden ser utilizados para producir tanto WPC con capa protectora como sin capa protectora. Adicionalmente, los intervalos presentados también se pueden utilizar para producir materiales compuestos que no utilizan madera o fibras naturales en absoluto, pero que están hechos únicamente de aditivos y polímeros base. A continuación, se describen ejemplos de WPC con y sin capa protectora fabricados de acuerdo con los intervalos expuestos en la Tabla A-1. También se contemplan la temperatura y otros intervalos de parámetros de procedimiento fuera de los representados.

EXTRUSORA PRINCIPAL

	Entrada de la bomba de fusión		Salida de la bomba de fusión		Velocidad de la extrusora rpm	Bomba de fusión rpm	Alimentación de polímero		Alimentación de madera		Cera añadida	
	Temp. del material °C	Presión Bar	Temp. del material °C	Presión Bar			kg/h	lb/h	kg/h	lb/h	kg/h	lb/h
Alto	180	30	185	80	350	25	907	2.000	907	2.000	4,5	10
Bajo	140	7	140	10	250	15	318	700	363	800	0	0

	Zona 0 °C	Zona 1 °C	Zona 2 °C	Zona 3 °C	Zona 4 °C	Zona 5 °C	Zona 6 °C	Zona 7 °C	Zona 8 °C	Zona 9 °C	Zona 10 °C	Zona 11 °C	Zona 12 °C
Alto	60	240	240	240	240	190	180	165	155	150	150	150	150

Bajo	30	190	190	190	190	180	170	155	145	130	125	115	110
------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

	Adaptador °C	Bomba de fusión °C	Bloque Y 1 °C	Bloque Y 2 °C	Bloque Y 3 °C	Boquilla L1 °C	Boquilla L2 °C	Boquilla L3 °C	Boquilla L4 °C	Boquilla L5 °C	Boquilla L6 °C
Alto	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165
Bajo	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140

COEXTRUSORA

	Velocidad de la extrusora rpm	Zona 1 °C	Zona 2 °C	Zona 3 °C	Zona 4 °C	Adaptador °C
Alto	130	180	190	190	200	Ambiente
Bajo	30	130	140	150	160	Ambiente

Tabla A-1: parámetros de procesamiento para materiales compuestos con capa protectora extruidos.

Con respecto a la extrusora principal, en general, los elementos de transporte y alimentación (por ejemplo, Z1, Z2, Z4, Z6, Z8, Z10 y Z12) sirven para desplazar material por el cilindro de extrusión 120, desde el primer puerto de entrada 132a hacia la boquilla de extrusión 140. Los bloques de amasado (véase, por ejemplo, Z3 y Z6) proporcionan un elevado cizallamiento y dispersión (por ejemplo, de materiales base). Los elementos de 5 mezclamiento (véase, por ejemplo, Z7, Z9 y Z11) proporcionan una distribución de partículas relativamente alta (por ejemplo, una alta distribución de materiales de fibra). Las zonas que tienen una inclinación de la rosca inferior a 90° proporcionan compresión de materiales. Las zonas que tienen una inclinación de la rosca de aproximadamente 90° proporcionan un calentamiento por fricción de los materiales mientras que proporcionan poca o ninguna ayuda en el transporte del material. Las zonas que tienen una inclinación de la rosca superior a 90° proporcionan un transporte 10 relativamente mayor.

Haciendo referencia a las figuras 3-5, y Tabla A-1, la zona Z0 es la temperatura ambiente. Las zonas Z1 y Z2 están configuradas para mover materiales desde la garganta de la extrusora 102 y calentarlos antes de introducirlos en la zona Z3. Más específicamente, la primera zona de procesamiento Z1 está configurada para mover material frío, por 15 ejemplo, polímeros base granulados, desde un punto de entrada a temperatura ambiente, es decir, el puerto de entrada principal 132a, hacia la segunda zona de procesamiento Z2. La segunda zona de procesamiento Z2 está configurada para aumentar la presión sobre el material a medida que se mueve hacia adelante en la dirección de la tercera zona de procesamiento Z3. Los primeros ocho a veinticuatro segmentos que constituyen la segunda zona de procesamiento Z2 tienen una inclinación de la rosca de aproximadamente 90°. En esta parte, el transporte se consigue principalmente a través de la introducción de material adicional desde la primera zona de procesamiento 20 Z1, lo que da lugar a la acumulación de presión en la segunda zona de procesamiento Z2, que a su vez fuerza al material a través de la segunda zona de procesamiento Z2.

Las zonas de procesamiento Z3-Z5 definen una sección de alto cizallamiento. En esta sección, los materiales base se dispersan a fondo en una mezcla de material compuesto fundida. La zona Z6 marca una transición a la región de 25 mezcla distributiva 172. Esta es la zona en la que la madera u otras fibras naturales (como rellenos) y algunos aditivos se añaden a la mezcla de material compuesto fundida. La mayor inclinación de la rosca de 120° en esta zona proporciona un mayor transporte a lo largo o alrededor de la zona Z6, es decir, esta zona mueve los materiales rápidamente, inhibiendo de este modo el enfriamiento de los materiales. Las zonas Z7-Z9 están configuradas para proporcionar un alto mezclamiento de distribución del material de relleno de fibra con la mezcla de material compuesto fundida. La décima zona de procesamiento Z10 incluye de seis a doce segmentos discretos de husillo. 30 Estos segmentos definen una primera sección Z10a de compresión relativamente alta, seguida de una sección Z10b de transporte relativamente bajo, que permite que el material se expanda, permitiendo que la humedad se eleve hasta la superficie externa donde pueda evaporarse y ser purgada desde el cilindro de extrusión 120. A esto le sigue una segunda sección Z10c de compresión relativamente alta.

La undécima zona de procesamiento Z11 es una zona de mezclamiento con una inclinación de la rosca 35 relativamente alta, que proporciona un mayor transporte y un mezclamiento sutil. La duodécima zona de procesamiento Z12 transita desde una primera sección de transporte relativamente alto (es decir, esta zona mueve

el material a un caudal/velocidad de alimentación relativamente alto para inhibir el enfriamiento antes de entrar en la boquilla) a una segunda sección de compresión relativamente alta, que proporciona una acumulación de presión cerca del extremo distal 126 de la extrusora 102, para forzar el material a través de la boquilla de extrusión 140.

Con referencia de nuevo a las figuras 2-4, se proporcionan uno o más alimentadores laterales secundarios 160 para dispensar uno o más materiales adicionales (por ejemplo, materiales de relleno o fibras naturales, colorantes y/u otros aditivos) en el cilindro de extrusión para mezclarse con el polímero base. Tal como se describe en la presente memoria, la provisión de estos aditivos en el material de capa protectora en lugar del material del núcleo puede ser deseable y reducir la cantidad total de aditivos añadidos por metro cuadrado (pie lineal) del material compuesto extruido. Puede ser deseable o requerido incluir aditivos dentro del material de núcleo para satisfacer ciertos requisitos (por ejemplo, la adición de aditivos tales como retardantes de llamas para cumplir con las regulaciones particulares de seguridad del producto). Los alimentadores laterales secundarios 160 mueven los materiales en la extrusora 120 a través de un segundo puerto de entrada lateral 132b usando una configuración de un solo husillo o de doble husillo. Como se muestra en la Figura 3, el alimentador lateral secundario 160 puede incluir uno o más alimentadores gravimétricos de pérdida de peso 166 para dispensar fibras de madera y una serie de alimentadores múltiples 162, tales como alimentadores volumétricos de tornillo, para dispensar múltiples colorantes (u otros aditivos) en la extrusora. De este modo, pueden añadirse dos, tres, cuatro o más aditivos procedentes de tolvas individuales 164 durante el procedimiento de extrusión.

El alimentador lateral secundario 160 puede disponerse en una posición aguas abajo del alimentador primario 150 (donde se introduce el polímero base) y la primera región de mezcla 170, de tal manera que los materiales de carga y aditivos se dispensen en la extrusora 102 para mezclar con el polímero base en la segunda región de mezclado (amasado y cizallamiento relativamente bajos) 172. La introducción del material de relleno y aditivos en una zona común puede presentar ventajas particulares. Por ejemplo, el efecto de cizallamiento y amasado aguas abajo de los husillos de extrusión 110, 112 sobre las fibras y aditivos es menor que el efecto aguas arriba sobre los materiales base, proporcionando así un material compuesto completamente mezclado (es decir, que incluye el polímero base y los materiales de relleno).

Como se muestra en las figuras 4 y 6, el sistema puede incluir un adaptador de bloque Y 200 dispuesto en un extremo distal 126 de la extrusora 102. El adaptador de bloque Y 200 incluye dos segmentos adaptadores 202, 204 divididos en tres zonas de temperatura, aproximadamente definidas por los emplazamientos T1, T2, T3. El calentamiento se realiza calentando los cartuchos. El adaptador de bloque Y 200 define un canal de flujo 206, que divide el flujo desde la cavidad interna 122 del cilindro de extrusión 120 en dos trayectorias de flujo discretas 208, 209.

El sistema 100 incluye también una boquilla de extrusión 140 dispuesta en un extremo distal 210 del adaptador 200, como se representa en la Figura 6. La boquilla de extrusión 140 puede definir un par de canales de extrusión 142a, 142b, cada uno correspondiente a una de las vías de flujo 208, 209 asociadas para formar, en tándem, un par de productos extruidos (es decir, extrudados) teniendo cada uno un perfil o forma predeterminados (es decir, que corresponde a una forma de los canales de extrusión 142a, 142b). Cada uno de los canales de extrusión 142a, 142b incluyen hasta tres (o más) segmentos discretos L1-L3, correspondientes al canal 142a, y R1-R3, correspondiente al canal 142b. Estos segmentos discretos L1-L3, R1-R3 transitan suavemente la geometría de los trayectos de flujo cilíndricos 208, 209 a lo largo de los canales de extrusión 142a, 142b para evitar la introducción de burbujas de aire, creación de áreas de bajo flujo o de alta presión, etc. Cada uno de L1-L3 y R1-R3 comprenden zonas discretas de temperatura y se calientan usando calentadores individuales.

Con referencia de nuevo a la Figura 3, una mezcla base 190 incluye un polímero base (en una realización, una mezcla de polietileno que incluye, por ejemplo, polietileno de alta densidad virgen (HDPE), HDPE reciclado y/o HDPE reprocesado) y otros aditivos (por ejemplo, colorante o colorantes base, lubricantes de procesamiento internos, retardantes de llamas, etc.), generalmente en forma de partículas sólidas, tales como polvos y/o gránulos. En una realización, la mezcla base 190 se dispensa desde la estación de suministro 150 desde una tolva de extrusora principal 156 a la zona de alimentación 130 de la extrusora 102 a una velocidad de alimentación total de aproximadamente 181 kg/h (400 lb/h) a aproximadamente 907 kg/h (2.000 lb/h). Otros polímeros base adecuados incluyen polipropileno, polietileno de densidad media, polietileno de baja densidad, polietileno lineal de baja densidad y PVC, cuando se usa una extrusora de doble husillo contrarrotacional. En otras realizaciones, se puede añadir polímero de remolido, polímeros reprocesados y polímero reciclado (por ejemplo, residuos de moqueta) junto con el polímero base o como sustituto del polímero base virgen. La mezcla base 190 se calienta mediante elementos calefactores eléctricos, y se dispersa (es decir, las partículas de polímero y las partículas de aditivo se mezclan y se rompen) a medida que se transporta por el cilindro de extrusión 120 desde la zona de alimentación 130 hacia la boquilla de extrusión 140 con los husillos de extrusión 110, 112 a una velocidad de alimentación de aproximadamente 181 kg/h (400 lb/h) a aproximadamente 907 kg/h (2.000 lb/h).

Como se ha mencionado anteriormente, los husillos de extrusión 110, 112 definen doce zonas de procesamiento discretas Z1-Z12, en donde las seis primeras zonas de procesamiento Z1-Z6 forman una primera región de mezclamiento 170 (para amasado y cizallamiento relativamente altos) y las seis últimas zonas Z7-Z12 forman una segunda región de mezclamiento 172 configurada para cizallamiento y mezclamiento relativamente bajos. Las temperaturas altas y bajas utilizadas en diversas realizaciones de la invención se muestran en la Tabla A-1, aunque

se contemplan temperaturas mayores o menores que las representadas. Como se muestra en la Tabla A-1, la mezcla base 190 se calienta desde una temperatura de aproximadamente 30°C (ambiente, en la zona Z0) hasta aproximadamente 240°C cuando se transporta a lo largo de los cuatro primeros (es decir Z1-Z4) de estas zonas de procesamiento, y se enfría gradualmente antes de salir de la primera zona de mezclamiento 170, formando por lo tanto un material plástico fundido completamente mezclado. En este punto en el procedimiento, el material fundido es un material compuesto del polímero base, es decir, polietileno de alta densidad, y aditivos.

Todavía se pueden añadir otros materiales, tales como materiales de relleno (madera o fibras naturales) y colorantes para conseguir las propiedades físicas deseadas y efectos de apariencia. La madera o fibras naturales dan al WPC resultante la dureza, rigidez, apariencia u otras propiedades deseadas requeridas para un producto comercialmente exitoso. Los colores son para efectos de apariencia.

Con referencia de nuevo a las figuras 3 y 4, se dosifican una pluralidad de fibras naturales 192, tales como, por ejemplo, fibras de madera, cáñamo, kenaf, abacá, yute, lino y cascarillas de arroz molido y uno o más aditivos en la extrusora 102 a través de uno o más alimentadores laterales secundarios 160 para mezclarse con los materiales poliméricos fundidos. Las fibras naturales 192 y los aditivos opcionales 194 se introducen en la extrusora 102 en un área próxima a la sexta zona de procesamiento Z6. Las fibras 192 y los aditivos/colorantes 194 se mezclan luego con el material base fundido 190 a medida que es transportado a través de la segunda región de mezclamiento 172. Como el material compuesto fundido es transportado a lo largo de la décima zona de procesamiento Z10, primero se comprime bajo vacío de aproximadamente 98 kPa (29 in-Hg). A continuación, se deja que el material se expanda, permitiendo que la humedad se eleve a una superficie externa para la evaporación. A continuación, el material se comprime de nuevo bajo vacío de aproximadamente 85 kPa (25 in-Hg) a aproximadamente 98 kPa (29 in-Hg). Esta zona de transición Z10 elimina la humedad cuando el material es transportado hacia la boquilla de extrusión. Los segmentos de husillo 116 se seleccionan como se describió con mayor detalle anteriormente, para proporcionar una alta distribución de las fibras 192 en el material compuesto 190, mientras que al mismo tiempo se inhibe el mezclamiento de los colorantes 194 con el material compuesto. En esta realización, las fibras naturales 192 se dosifican en la extrusora 102 a una velocidad de aproximadamente 181 kg/h (400 lb/h) a aproximadamente 907 kg/h (2.000 lb/h) o más. Los aditivos que pueden introducirse en este punto en la extrusora son generalmente mucho más pequeños en cantidad, estando en el intervalo de 2,3 kg/h (5 lb/h) a aproximadamente 23 kg/h (50 lb/h). Las excepciones son el recorte de moldura y/o cortador, que se puede añadir a velocidades de aproximadamente 23 kg/h (50 lb/h) a aproximadamente 136 kg/h (300 lb/h), y desechos de moqueta reciclados que pueden añadirse a velocidades de aproximadamente 23 kg/h (50 lb/h) a aproximadamente 227 kg/h (500 lb/h). El residuo de moqueta reciclado puede estar en forma de gránulo, como se describe en la solicitud de patente de EE.UU. publicada nº 2008/0128933.

Todos los alimentadores, tanto para el puerto de entrada principal como para el puerto o puertos secundarios, se controlan a través de un controlador lógico programable 180. Adicionalmente, el controlador 180 controla también los coextrusores 300 y componentes relacionados, así como los componentes aguas abajo (por ejemplo, el tirador 318, las sierras 320, etc.). La cantidad de cada material añadido se controla para un control óptimo de la formulación, permitiendo el uso de materiales específicos en cantidades específicas para controlar las propiedades físicas del producto de material compuesto extruido.

El material compuesto se enfría gradualmente desde la temperatura al salir de la primera región de mezcla 170 a una temperatura de aproximadamente 170°C a aproximadamente 180°C cuando se transporta a lo largo de la segunda región de mezcla 172 hacia la boquilla de extrusión 140. Este enfriamiento permite que las fibras 192 se mezclen con el material compuesto fundido 190 sin ser quemadas o destruidas por las temperaturas de procedimiento. El material se comprime a medida que se transporta desde la zona Z11 hasta la zona Z12, permitiendo así que la presión se acumule, por ejemplo, entre aproximadamente 7 bares hasta aproximadamente 30 bares a la salida de la extrusora y se eleve a un presión de 10 bares a 80 bares a la salida de la bomba de fusión, con el fin de forzar el material a través de la boquilla. En una realización, un adaptador y una bomba de fusión están situados en el extremo distal 126 del sistema de extrusión 100. La bomba de fusión nivela la presión del material extruido dentro del sistema 100. La Tabla A-1 también representa los intervalos de temperatura y presión del material en la bomba de fusión. El material compuesto se alimenta a continuación al adaptador de bloque Y (si está presente), donde se calienta a una temperatura de aproximadamente 165°C y se divide en dos flujos separados, los cuales son forzados a través de los correspondientes orificios de extrusión 142a, 142b de la boquilla de extrusión 140 para formar un par de perfiles de material compuesto extruidos para ser coextruidos con una capa protectora. La boquilla de coextrusión 312 está situada en la cara de salida 140a, 140b (como se representa en la figura 6) de cada boquilla de extrusión 140, y se describe con más detalle a continuación. De manera similar, la presión interna en la boquilla o boquillas depende de si la extrusión se está haciendo en disposición de una única boquilla o de boquilla doble.

Las figuras 7A-7C son varias vistas de una boquilla de coextrusión 312 de acuerdo con una realización de la invención. La boquilla de coextrusión 312 es una boquilla laminada de cuatro placas con secciones discretas A-D. Ciertos orificios 400 en cada sección de la boquilla alojan pernos o pasadores de localización para alinear las secciones individuales. Cada sección de la boquilla 312 define un canal 402 dimensionado para alojar el material de núcleo extruido que fluye a través de la boquilla 312 en una dirección F. Se utilizan dos boquillas de coextrusión. La cara de entrada de la sección A está fijada a la cara de salida 140a, 140b de cada molde de extrusión 140. El

- material de capa protectora fundido se introduce en la boquilla 312 a través de una entrada 406 en la sección A. El material de capa protectora fundido fluye por una pluralidad de canales 408. Cada canal 408 corresponde en general a un canal de adaptación 408 en una sección contigua adyacente de la boquilla 312. Por ejemplo, la configuración de canal en la cara de salida de la sección B corresponde sustancialmente a la configuración de canal en la cara de entrada de la sección C. Finalmente, el material de capa protectora fundido se introduce en el material de núcleo extruido en las posiciones 410 en las interfases entre las secciones B y C y las secciones C y D y se dosifican sobre las superficies exteriores que pasan del material extruido de núcleo. Estas posiciones 410 se muestran con más detalle en las figuras parciales ampliadas representadas en la Figura 7C, como se indica por las superposiciones circulares designadas Figura 7C en la Figura 7A.
- Se prepararon una serie de potenciales formulaciones de capa protectora y se sometieron a ensayo para determinar las características de rendimiento. Las Tablas B-1A y B-1B identifican una serie de formulaciones preparadas de acuerdo con la invención. Las formulaciones se proporcionan en porcentaje de cada componente, por el peso de la formulación total. Las formulaciones de muestra particulares se identifican por el número de identificación. Las muestras FCI 1000-FCI 1013 y FCI 1008B utilizan uno de los tres precursores de copolímeros ácidos y una mezcla madre de cinc (MB) para producir la capa protectora de ionómero. La mezcla madre utilizada con todas las formulaciones representadas fue CRY ZNCON (Lote 4501). Dos de estas formulaciones de muestra fueron ionómeros terminados: muestras FCI 1000 y Surlyn 9910, fabricadas por DuPont. Se introdujo polietileno de alta densidad, fabricado por Chevron Phillips, como producto 6007 HDPE / 0760-01, a ciertas muestras de ionómero en los porcentajes identificados en las Tablas. También se añadieron otros aditivos, tales como sulfato de calcio, color y aditivos antiestáticos. Se ha observado que algunos materiales de capa protectora muestran una afinidad por la atracción de polvo, que es por lo tanto difícil de limpiar. Se cree que esto puede ser debido a la presencia de ácido sin reaccionar en el ionómero. Se puede añadir sulfato de calcio (por ejemplo, yeso) a la formulación para imitar el polvo y unirse a los sitios ácidos reactivos. Los aditivos antiestáticos también pueden reducir la atracción de polvo reduciendo cualquier carga estática residual sobre el material de capa protectora.
- Los resultados de los ensayos para las diversas formulaciones de muestra también se proporcionan en las Tablas B-1A y B-1B. Se realizaron ensayos normalizados de ASTM para obtener los resultados identificados a continuación: Ensayo de índice de fusión (ASTM D-1238); Ensayo de dureza Shore D (ASTM D-2240); Ensayo de impacto de Gardner (ASTM D-5420); Ensayo de resistencia a la tracción (ASTM D-412); Ensayo de Alargamiento (ASTM D-412); y ensayo de módulo de flexión (ASTM D-790). En suma, las muestras que utilizan ionómeros terminados (es decir, Surlyn 9910, y FCI 1000) producen resultados más deseables, probablemente debido a la presencia de menos aditivos.

Nº de identificación	FCI 1000	FCI 1001	FCI 1002	FCI 1003	FCI 1004	FCI 1005	FCI 1006	FCI 1007	FCI 1008
Precusores copolí. ácidos									
Dupont Nucrel 960	88,3	55,9	—	—	—	—	—	55,9	43,4
Exxon Escor AT 310	—	—	96,0	61,4	48,0	—	—	—	—
Dow XUS60758.08L	—	—	—	—	—	88,3	55,9	—	—
Mezcla madre de cinc (MB)	11,7	8,1	4,0	2,6	2,0	11,7	8,1	8,1	6,6
Ionómeros terminados									
Dupont Surlyn 9910	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FCI 1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sub-Total (Ionómero Zn)	100,0	64,0	100,0	64,0	50,0	100,0	64,0	64,0	50,0
6007 HDPE / 0760-01	—	36,0	—	36,0	50,0	—	36,0	36	50,0

ES 2 635 187 T3

Nº de identificación	FCI 1000	FCI 1001	FCI 1002	FCI 1003	FCI 1004	FCI 1005	FCI 1006	FCI 1007	FCI 1008
Aditivos									
Sulfato de calcio	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mosaico Color MB	—	—	—	—	—	—	—	6.7	6.7
Aditivo antiestático	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	106,7	106,7
Resultados del ensayo									
Índice de fusión "E"	1,3	0,8	1,2	1,2	0,9	0,2	0,4	0,7	0,9
Dureza "D"	55	62	48	55	58	59	63	62	64
Impacto de Gardner, en-libras	142	160	141	168	173	220	192	163	169
Impacto de Gardner, Nm	16	18	16	19	20	25	22	18	19
Resistencia a la tracción, psi	3.220	2.125	1.375	1.875	2.170	2.290	2.390	3.200	3.440
Resistencia a la tracción, MPa	22,2	14,7	9,5	12,9	15,0	15,8	16,5	22,1	23,7
Alargamiento, %	340	135	170	80	30	130	95	50	20
Módulo de flexión, psi	24.200	45.300	NA	26.850	39.400	31.800	53.000	47.400	56.300
Módulo de flexión, MPa	167	312	NA	185	272	219	365	327	388

Tabla B-1A: Ejemplos de formulaciones de ionómero, Pt. 1.

Nº de identificación	FCI 1009	FCI 1010	FCI 1011	FCI 1012	FCI 1008B	FCI 1013	FCI 1014	FCI 1015
Precusores copolí. ácidos								
Dupont Nucrel 960	—	42,6	40,25	41,11	41,55	22,85	—	—
Exxon Escor AT 310	—	—	—	—	—	—	—	—
Dow XUS60758.08L	56,1	—	—	—	—	—	—	—
Mezcla madre de cinc (MB)	7,9	6,2	6,40	5,45	5,51	3,03	—	—
Ionómeros terminados								
Dupont Surlyn 9910	—	—	—	—	—	—	25,88	—
FCI 1000	—	—	—	—	—	—	—	25,88
Sub-Total (Ionomero Zn)	64,0	48,8	46,65	46,56	47,06	25,88	25,88	25,88
6007 HDPE / 0760-01	36	39,9	46,65	46,56	47,06	68,24	68,24	68,24
Aditivos								
Sulfato de calcio	—	5,0	—	—	—	—	—	—
Mosaico Color MB	6,7	6,3	6,70	5,88	5,88	5,88	5,88	5,88
Aditivo antiestático	—	—	—	1,00	—	—	—	—
Total	106,7	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Resultados de los ensayos								
Índice de fusión "E"	0,7	0,9	0,90	0,25	0,90	0,90		
Dureza "D"	63	64,0	71,00	—				
Impacto de Gardner, en-libras	182	170,0	200,00	—				
Impacto de Gardner, Nm	21	19	23					
Resistencia a la tracción, psi	3.600	3.200,0	3.675,00	—				
Resistencia a la tracción, MPa	24,8	22,1	25,3					
Alargamiento,%	86	300,0	13,00	—				

Nº de identificación	FCI 1009	FCI 1010	FCI 1011	FCI 1012	FCI 1008B	FCI 1013	FCI 1014	FCI 1015
Módulo de flexión, psi	77.400	59.000,0	72.000,00	—				
Módulo de flexión, MPa	534	407	496					

Tabla B-1B: Ejemplos de formulaciones de ionómero, Pt. 2.

La Tabla B-2 representa las formulaciones ilustrativas de una capa protectora de ionómero utilizando porcentajes crecientes de HDPE. También se proporcionan datos de rendimiento (de acuerdo con los ensayos normalizados ASTM descritos anteriormente con respecto a las Tablas B-1A y B-1B). También se proporciona información de datos de objetivos de la propiedad. Los objetivos de la propiedad identifican propiedades indicativas de reacciones de ionomerización completas. Una tendencia notable se refiere al aumento de los datos de adhesión a medida que aumenta el porcentaje de HDPE en la formulación.

Nº de identificación	EXP 019	EXP 020	EXP 021	EXP 022	EXP 023	
Porcentaje de HDPE	50%	60%	70%	80%	90%	
Precursor copol. ácido						
CRY 6015 (lote 9272-1)	40,85	32,68	24,51	16,34	8,17	
Mezcla madre de zinc (MB)	6,21	4,97	3,73	2,48	1,24	
Sub-Total (Ionómero Zn)	47,06	37,65	28,24	18,82	9,41	
6007 HDPE (Lote 11-7159-9)	47,06	56,47	65,88	75,30	84,71	
Aditivo						
Color (Mosaico Brick MB M764)	5,88	5,88	5,88	5,88	5,88	
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Resultados de ensayo					Objetivos de la propiedad	
Índice de fusión "E" (g / 10 min.)	0,8	0,9	0,9	0,7	0,7	0,85
Dureza "D"	64	68	68	69	68	62 min.
Impacto Gardner, en-lbs @ RT	167	176	186	185	180	150 min.
Impacto Gardner, Nm @ RT	19	20	21	21	20	17 min.
Impacto Gardner, en-lbs @ -20°C.	188	198	196	190	192	100 min.
Impacto Gardner, Nm @ -20°C.	21	22	22	21	22	11 min.
Resistencia a la tracción, psi	3.430	3.200	3.190	3.090	3.300	3.400 min.
Resistencia a la tracción, MPa	24	22	22	21	23	23 min.
Alargamiento,%	27	25	18	10	11	20 min.
Módulo de flexión, psi	45.900	55.100	57.500	62.750	82.000	50.000
Módulo de flexión, MPa	316	380	396	433	565	345

Tabla B-2: Formulación de capa protectora de ionómero/HDPE.

La Tabla C-1 representa los intervalos de diversos componentes que pueden utilizarse en formulaciones de material compuesto con capa protectora de acuerdo con la presente invención. Los intervalos proporcionados en la Tabla C-1, y todas las tablas de la presente memoria, son aproximados; los intervalos aceptables pueden ser inferiores y superiores a los realmente enumerados. Cualquiera de las formulaciones de ionómero representadas en las Tablas B-1A, B-1B y B-2 puede utilizarse en los materiales compuestos de madera y plástico con capa protectora o únicamente en los núcleos de plástico descritos en la presente memoria. Específicamente, los materiales

- 5 introducidos a través de la alimentación principal pueden incluir gránulos de HDPE (como un polímero base), lubricantes y colorantes. También se pueden introducir a través de la alimentación principal otros componentes, tales como polímeros remolidos (en forma pulverizada o en escamas), reprocesados, y/o reciclados para reemplazar al menos una parte de los gránulos de HDPE usados en el polímero base. El material remolido es material de polietileno post-industrial o post-consumidor o una combinación de los dos. Los polímeros reprocesados son materiales de extrusión reprocesados generados en la producción del producto extruido. El polímero reciclado puede ser residuos de moqueta reciclados, bolsas de plástico, botellas, etc. La alimentación lateral, situada aguas abajo de la alimentación principal, puede utilizarse para introducir carga de madera y otros aditivos, si se desea.

<u>EXTRUSORA PRINCIPAL</u> Material	Intervalo	
	Bajo %	Alto %
<u>Alimentación principal</u>		
Gránulo de polímero base	1	100
Remolido (pulverizado)	0	50
Remolido (escama)	0	20
Reprocesado	0	15
Lubricante	0	7
Color	0	2
<u>Alimentación lateral</u>	0	70
Carga de madera		

10

<u>COEXTRUSORA</u> Material	Intervalo	
	Bajo %	Alto %
<u>Coextrusora</u>		
Ionómero	1	100
Gránulo de polímero base	0	99
Color incluido. UV / AO	0	4
Colores variados	0	4
Carga de madera	0	25
Biocida	0	2
Retardante de llamas	0	15
Otros aditivos	0	10

Tabla C-1: Formulaciones de materiales compuestos extruidos con capa protectora coextruida.

Se ha descubierto que, sorprendentemente, las capas protectoras de ionómero, tal como se describen en la presente memoria descriptiva, se pueden coextrusionar con WPC para producir un producto extruido que tiene

características mejoradas de rendimiento y apariencia, sin necesidad de alterar la formulación del material compuesto de núcleo estándar de madera y plástico y puede procesarse en la extrusora utilizando los mismos perfiles de husillo y parámetros de zona. Además, en las Tablas D-1, D-2A y D-2B se muestran ejemplos específicos de WPC con capa protectora fabricados de acuerdo con el intervalo de componentes de la Tabla C-1 y los intervalos de procedimiento de la Tabla A-1.

La Tabla C-1 ilustra el intervalo de componentes individuales que pueden usarse para producir WPC con capa protectora con capacidad aceptable. En particular, la capa protectora de ionómero puede incluir entre aproximadamente 1% y aproximadamente 100% de ionómero, en peso. Otras realizaciones de la capa protectora de ionómero pueden incluir entre aproximadamente 20% a aproximadamente 80% de ionómero en peso, entre aproximadamente 50% a aproximadamente 70% de ionómero en peso y aproximadamente de 60% a aproximadamente 68% de ionómero en peso. El gránulo de HDPE (como el polímero base) puede comprender entre aproximadamente 0% y aproximadamente 99% en peso de la capa protectora; de aproximadamente 20% a aproximadamente 80%, en peso, de la capa protectora; de aproximadamente 30% a aproximadamente 60%, en peso, de la capa protectora; y de aproximadamente 30% a aproximadamente 50%, en peso, de la capa protectora. Otras realizaciones comprenden entre aproximadamente 32% y aproximadamente 40% de gránulos de HDPE en peso, de la capa protectora. Una realización de la formulación de la capa protectora que utiliza aproximadamente 27,5% de ionómero y aproximadamente 72,5% de HDPE ha mostrado propiedades comerciales particularmente deseables. En esta última formulación, la adherencia es muy alta, mientras que la resistencia a los arañazos y la capacidad de soportar el daño no se ven severamente afectadas. Ejemplos que no incluyen polímero con capa protectora (es decir, son 100% ionómero) se presentan para ayudar a comprender la invención, en lugar de ser realizaciones reivindicadas.

Además, los diferentes tipos de lubricante funcionan igualmente bien en el procesamiento. Por ejemplo, cuando se usa un lubricante especial ya sea de un "solo envase" o combinado (por ejemplo, Struktol 801) así como un envase de lubricante individual más convencional (por ejemplo, estearato de cinc, cera EBS, etc.), la invención se procesa aceptablemente, con independencia del enfoque del lubricante para la formulación. Dentro de los intervalos de componentes representados en la Tabla C-1, ciertas formulaciones han demostrado ser particularmente deseables para propósitos comerciales. Una realización de este tipo del material de núcleo es aproximadamente 47,5% de polímero, aproximadamente 5% de lubricante, aproximadamente 1% de color y aproximadamente 46,5% de relleno de madera. El material de capa protectora para esta realización es aproximadamente 61,5% de ionómero, aproximadamente 34,6% de gránulos de HDPE y aproximadamente 3,9% de color.

También se ha determinado que porcentajes elevados de polímero de capa protectora utilizado en la formulación dan lugar a una adhesión aumentada, incluso manteniendo una resistencia a la intemperie aceptable. La Figura 8 representa esta relación entre el porcentaje de HDPE en la formulación y la fuerza de adhesión. En particular, mientras que la adhesión aumenta de forma constante a medida que se incrementa el HDPE, las formulaciones de capa protectora que tienen cantidades de HDPE superiores al 50% presentan poca o ninguna mejora en la adhesión.

Las operaciones mecánicas aguas abajo, más allá de la disposición de la boquilla de la coextrusora, siguen el mismo patrón que la formulación y las condiciones de procesamiento, en que el material compuesto con capa protectora coextruido tiene un efecto mínimo en el procesamiento del producto final con respecto al material compuesto de madera y plástico sin capa protectora. El producto extruido se puede cortar usando una sierra de viaje convencional u otro equipo. Del mismo modo, el panel extruido puede ser moldeado y/o grabado en relieve utilizando un equipo estándar. En el caso de moldeado, se puede usar un cortador de cuchillas para cambiar el aspecto de la superficie a un aspecto ranurado o arenoso. Estas formulaciones también son aptas para ser estampadas en superficie caliente. Un rodillo de estampación que utiliza ya sea un sistema de aceite caliente interno para calentar la superficie del rodillo estampador o un sistema de calentamiento infrarrojo para calentar la superficie del rodillo graba en relieve el panel o las superficies del rodillo de temperatura ambiente se pueden prensar sobre una superficie caliente de coextrusión.

Las formulaciones de material compuesto coextruidas producen una resistencia a la flexión y una rigidez equivalentes a las de los materiales compuestos sin capa protectora habituales. Después de la extrusión y el enfriamiento, los materiales compuestos acabados pueden someterse a ensayo e inspeccionarse para asegurar un rendimiento y una geometría aceptables. Se pueden evaluar múltiples parámetros, incluyendo la apariencia visual, control dimensional, propiedades físicas, absorción de agua, etc.

Visualmente, los materiales compuestos se inspeccionan para buscar grietas a lo largo de los bordes o huecos dentro del material internamente (por ejemplo, los materiales compuestos se pueden cortar, perforar, etc., para confirmar la distribución consistente de los materiales, adhesión de la capa protectora, etc.). Las inspecciones de control dimensional, tanto estáticas como sujetas a carga, determinan si los materiales compuestos resisten adecuadamente al deformarse, doblarse o torcerse. Las muestras se pueden someter a ensayo, por ejemplo, bajo la norma ASTM-D790, para determinar las propiedades físicas específicas, tales como tensión, desplazamiento, módulo de elasticidad y carga.

Ejemplos

La Tabla D-1 representa tres WPC con capa protectora de ionómero fabricados de acuerdo con la invención. El material del núcleo incluye gránulos de HDPE, polietileno reprocesado, polímero remolido (polietileno reciclado), Struktol 801 y color. Se añade harina de madera de arce a la mezcla de polímeros, que a continuación se coextruye con una capa protectora. La formulación de núcleo para cada una de las tres muestras 9318A, 9318B y 9318C es idéntica. Cada muestra incluye una capa protectora diferente. Todas las tres muestras utilizan un material de capa protectora base de 37% de HDPE y 63% de Surlyn 9910, fabricado por DuPont. Dupont Fusabond A y B se añadieron a las muestras 9318B y 9318C, respectivamente, como promotores de adhesión. Curiosamente, el valor de adhesión de la muestra 9318A fue mayor que el de las otras muestras que incorporaron promotores de adhesión. Esto es probable porque el enlace formado por el contenido de HDPE en el material de capa protectora es un enlace más fuerte que el enlace formado por los aditivos. Otros resultados de ensayo se muestran en la Tabla D-1, y se realizaron de acuerdo con la norma ASTM D-198.

Las muestras se sometieron a un ensayo de exposición a agua caliente que incluía someter las muestras de WPC con capa protectora a agua hirviendo durante 24 horas y evaluar cualquier cambio en la apariencia. Adicionalmente, las muestras se sometieron a un ensayo de inmersión/congelación/descongelación que incluía someter las muestras de WPC con capa protectora a inmersión en agua a temperatura ambiente durante 3 horas. A continuación, las muestras se congelaron durante 3 horas, después se dejaron descongelar a temperatura ambiente durante un máximo de 12 horas. En este ensayo, las temperaturas ambiente están entre aproximadamente 20°C (68° F) y aproximadamente 26°C (78° F). Las muestras con capa protectora presentan propiedades de absorción de agua muy bajas, especialmente cuando se comparan con WPC sin capa protectora. Por ejemplo, los WPC con capa protectora muestran un daño por agua significativamente menor después de un ensayo de exposición al agua caliente de un día. A diferencia de los WPC con capa protectora, los extremos y los bordes de los WPC sin capa protectora se degradan, desgastan y absorben la humedad. Los resultados visuales del ensayo inmersión/congelación/descongelación muestran diferencias similares, cuando los WPC sin capa protectora experimentan un agrietamiento, ahuecamiento y degradación significativos. Mientras que un cierto agrietamiento que aparece en los WPC con capa protectora después de un ensayo idéntico al de inmersión/congelación/descongelación, se reduce perceptiblemente. Se esperaba que el WPC sin capa protectora pudiera conservar mejor forma que el WPC con capa protectora, ya que podría expandirse libremente en todas las direcciones. En consecuencia, es sorprendente que el WPC con capa protectora pudiera soportar mejor los procedimientos de ensayo.

La resistencia a hongos y moho se mejora con respecto a los WPC sin capa protectora mediante el uso de biocidas, que sólo se deben incorporar en la capa protectora sobre la superficie del núcleo del material compuesto. Además, se pueden usar estabilizantes de ultravioleta y oxígeno para proteger la pigmentación del material compuesto con capa protectora, permitiendo propiedades de envejecimiento mejoradas del WPC con capa protectora.

Descripción del producto	Control de panel de producción			Ensayo de adhesión			Ensayo de adhesión		
Material	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
	9318A			9318B			9318C		
	kg	lb.	%	kg	lb.	%	kg	lb.	%
<u>Alimentación principal</u>									
Gránulo de HDPE	18,1	40,0	13,9	18,1	40,0	13,9	18,1	40,0	13,9
Reproc. mismo color	59,0	130,0	45,1	59,0	130,0	45,1	59,0	130,0	45,1
Reproc. color mixto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PE remolido	13,6	30,0	10,4	13,6	30,0	10,4	13,6	30,0	10,4
Struktol 801	5,4	12,0	4,2	5,4	12,0	4,2	5,4	12,0	4,2
Color	1,4	3,0	1,0	1,4	3,0	1,0	1,4	3,0	1,0

<u>Alimentación lateral</u>									
Arce	33,2	73,1	25,4	33,2	73,1	25,4	33,2	73,1	25,4
Total panel	130,7	288,1	100,0	130,7	288,1	100,0	130,7	288,1	100,0
<u>Capa protectora</u>									
Material con capa protectora base	7,0	15,5	100,0	6,6	14,6	94,2	6,6	14,6	94,2
Dupont Fusabond A			0,0	0,4	0,9	5,8			0,0
Dupont Fusabond B			0,0			0,0	0,4	0,9	5,8
Total Capa protectora	7,0	15,5	300,0	7,0	15,5	294,2	7,0	15,5	294,2
TOTAL	137,7	303,6		137,7	303,6		137,7	303,6	
<u>Velocidad</u>	1.160 kg/h	2.550 lb/h	apto	1.160 kg/h	2.550 lb/h	apto	1.160 kg/h	2.550 lb/h	apto
Tracción		19,3 MPa	2793 psi		19,8 MPa	2.873 psi		19,6 MPa	2.842 psi
Displ		6.299 cm	2.480 pulg.		6.208 cm	2.444 pulg.		6.332 cm	2.493 pulg.
MOE		3.553 MPa	515.271 psi		3.748 MPa	543.606 psi		3.945 MPa	572.149 psi
Carga		2,34 kN	525 lbf		2,42 kN	544 lbf		2,42 kN	543 lbf
Extracción		2,6 MPa	380 psi		1,8 MPa	260 psi		1,8 MPa	260 psi

Tabla D-1: Materiales con capa protectora coextruidos con y sin promotores de adhesión.

Las Tablas D-2A y D-2B representan seis WPC con capa protectora de ionómero fabricados de acuerdo con la presente invención. Además de los componentes descritos anteriormente con respecto a la Tabla D-1, estas muestras incorporan componentes adicionales. En lugar de los materiales DuPont Fusabond como promotores de adhesión, los ejemplos representados en las Tablas D-2A y D-2B utilizan DuPont Nucrel o DuPont Alvaloy (etileno y alcohol vinílico).

Descripción del producto	Control de panel de producción			Ensayo de adhesión			Ensayo de adhesión		
Material	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
	9722A			9722B			9722C		
	kg	lb.	%	kg	lb.	%	kg	lb.	%
<u>Alimentación principal</u>									
Gránulo de HDPE	18,1	40,0	13,9	18,1	40,0	13,9	18,1	40,0	13,9
Reproc. mismo color	59,0	130,0	45,1	59,0	130,0	45,1	59,0	130,0	45,1
Reproc. color mixto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PE remolido	13,6	30,0	10,4	13,6	30,0	10,4	13,6	30,0	10,4
Struktol 801	5,4	12,0	4,2	5,4	12,0	4,2	5,4	12,0	4,2
Color	1,4	3,0	1,0	1,4	3,0	1,0	1,4	3,0	1,0
<u>Alimentación lateral</u>									
Arce	33,2	73,1	25,4	33,2	73,1	25,4	33,2	73,1	25,4
Total panel	130,7	288,1	100,0	130,7	288,1	100,0	130,7	288,1	100,0
<u>Capa protectora</u>									
Material con capa protectora base	6,7	14,7	94,8	6,4	14,0	90,3	6,7	14,7	94,8
Dupont Fusabond A			0,0			0,0			0,0
Dupont Fusabond B			0,0			0,0			0,0
Dupont Nucrel 960	0,3	0,8	5,2	0,6	1,5	9,7			0,0
Dupont Elvaloy			0,0			0,0	0,3	0,8	5,2
Total Capa protectora	7,0	15,5	294,8	7,0	15,5	290,3	7,0	15,5	294,8
TOTAL	137,7	303,6		137,7	303,6		137,7	303,6	

Descripción del producto	Control de panel de producción			Ensayo de adhesión			Ensayo de adhesión		
Velocidad	1.160 kg/h	2.550 lb/h	apto	1.160 kg/h	2.550 lb/h	apto	1.160 kg/h	2.550 lb/h	apto
Tracción		19,3 MPa	2.793 psi		19,8 MPa	2.873 psi		19,6 MPa	2.842 psi
Displ		6.299 cm	2.480 pulg.		6.208 cm	2.444 pulg.		6.332 cm	2.493 pulg.
MOE		3.553 MPa	515.271 psi		3.748 MPa	543.606 psi		3.945 MPa	572.149 psi
Carga		2,34 kN	525 lbf		2,42 kN	544 lbf		2,42 kN	543 lbf
Extracción		2,75 MPa	399 psi		2,68 MPa	389 psi		2,54 MPa	368 psi
Adhesión		347 N	78 lb.		338 N	76 lb.		320 N	72 lb.
Fallo mat con capa protec.			No			No			No

Tabla D-2A: Materiales con capa protectora coextruidos con promotores de adhesión.

Descripción del producto	Control de panel de producción		
Material	FC	FC	FC
	9722A		
	kg	lb.	%
<u>Alimentación principal</u>			
Gránulo de HDPE	18,1	40,0	13,9
Reproc. mismo color	59,0	130,0	45,1
Reproc. color mixto	0,0	0,0	0,0
PE remolido	13,6	30,0	10,4
Struktol 801	5,4	12,0	4,2
Color	1,4	3,0	1,0
<u>Alimentación lateral</u>			
Arce	33,2	73,1	25,4
Total panel	130,7	288,1	100,0

Descripción del producto	Control de panel de producción		
<u>Capa protectora</u>			
Material con capa protectora base	6,4	14,0	90,3
Dupont Fusabond A			0,0
Dupont Fusabond B			0,0
Dupont Nucrel 960			0,0
Dupont Elvaloy	0,6	1,5	
Total Capa protectora	7,0	15,5	290,3
TOTAL	137,7	303,6	
<u>Velocidad</u>	1.160 kg/h	2.550 lb/h	apto
Stress		19,3 MPa	2.793 psi
Displ		6.299 cm	2.480 pulg.
MOE		3.553 MPa	515.271 psi
Load		2,34 kN	525 lbf
Pull out		3,21 MPa	466 psi
Adhesión		409 N	92 lb.
Fallo material			No

Tabla D-2B: Materiales con capa protectora coextruidos con promotores de adhesión.

REIVINDICACIONES

1. Un material compuesto coextruido adaptado para ser utilizado como material de construcción, comprendiendo el material compuesto coextruido:
 - 5 un núcleo que comprende un polímero base y una fibra natural en una mezcla sustancialmente homogénea; y
 - una capa protectora que comprende un ionómero y un polímero de capa protectora,
 - en el que el ionómero y el polímero de capa protectora comprenden una mezcla sustancialmente homogénea, y en el que el polímero base comprende un primer polímero y el polímero de capa protectora comprende el primer polímero.
- 10 2. El material compuesto coextruido según la reivindicación 1, en el que el polímero base se selecciona del grupo que consiste en HDPE, MDPE, LDPE, LLDPE y combinaciones de los mismos.
3. El material compuesto coextruido según la reivindicación 1, en el que el primer polímero es HDPE.
4. El material compuesto coextruido según la reivindicación 1, en el que el núcleo comprende 46% de polímero base, en peso.
- 15 5. El material compuesto coextruido según la reivindicación 1, en el que la capa protectora comprende de 20% a 80% de ionómero, en peso, preferiblemente 27,5% de ionómero, en peso.
6. El material compuesto coextruido según la reivindicación 1, en el que la capa protectora comprende de 20% a 80% de HDPE, en peso, o en el que la capa protectora comprende 72,5% de HDPE y 27,5% de ionómero, en peso, o en el que la capa protectora comprende más del 50% de HDPE, en peso.
- 20 7. El material compuesto coextruido según la reivindicación 1, en el que la capa protectora tiene un espesor de 0,30 mm (0,012 pulgadas) a 1,02 mm (0,040 pulgadas), preferiblemente, en el que la capa protectora comprende un espesor de 0,38 mm (0,015 pulgadas) a 0,51 mm (0,020 pulgadas).
8. El material compuesto coextruido según la reivindicación 1, en el que la capa protectora está unida directamente a por lo menos un lado del núcleo.
- 25 9. El material compuesto coextruido según la reivindicación 1, en el que la capa protectora comprende además un aditivo, y en el que el aditivo comprende al menos uno de un colorante, un estabilizante UV, un antioxidante, un biocida y un retardante de llamas.
10. Un método para fabricar un material compuesto coextruido adaptado para su uso como material de construcción, comprendiendo el método las etapas de:
 - 30 proporcionar un polímero base;
 - proporcionar una fibra natural;
 - mezclar y calentar el polímero base y la fibra natural para producir una mezcla base que comprende una mezcla fundida sustancialmente homogénea; y
 - 35 coextruir la mezcla de capa protectora sobre al menos una parte de la mezcla base a través de una boquilla para formar un perfil coextruido,
 - en el que el polímero base comprende un primer polímero y el polímero de capa protectora comprende el primer polímero.
11. El método según la reivindicación 10, en el que el primer polímero se selecciona del grupo que consiste en HDPE, MDPE, LDPE, LLDPE y combinaciones de los mismos.
- 40 12. El método según la reivindicación 10, que comprende además la etapa de enfriar el perfil coextruido, y preferiblemente, la etapa de enfriar comprende pasar el perfil coextruido a través de un líquido, en el que el líquido comprende preferiblemente al menos uno de agua y un refrigerante.
13. El método según la reivindicación 10, que comprende además la etapa de proporcionar un aditivo y mezclar y calentar el ionómero, el polímero de capa protectora, y el aditivo para producir la mezcla de capa protectora, en el que el aditivo comprende al menos uno de un colorante, un estabilizante UV, un antioxidante, un biocida y un retardante de llamas.
- 45

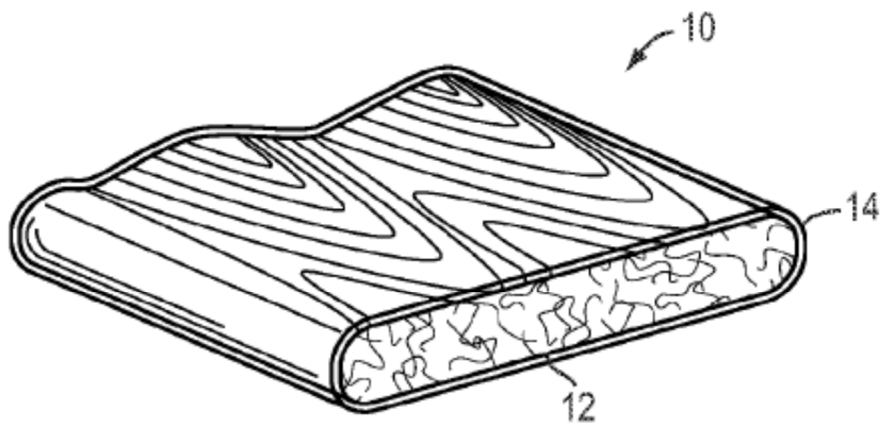


FIG. 1

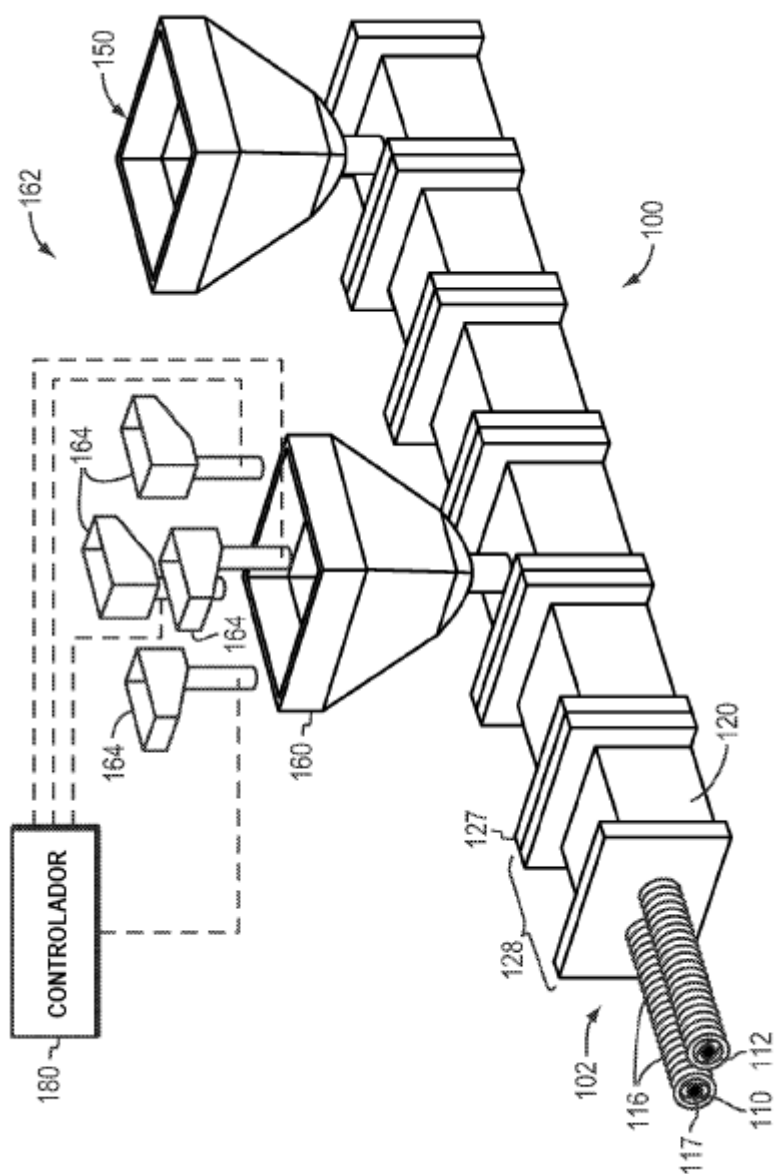


FIG. 2

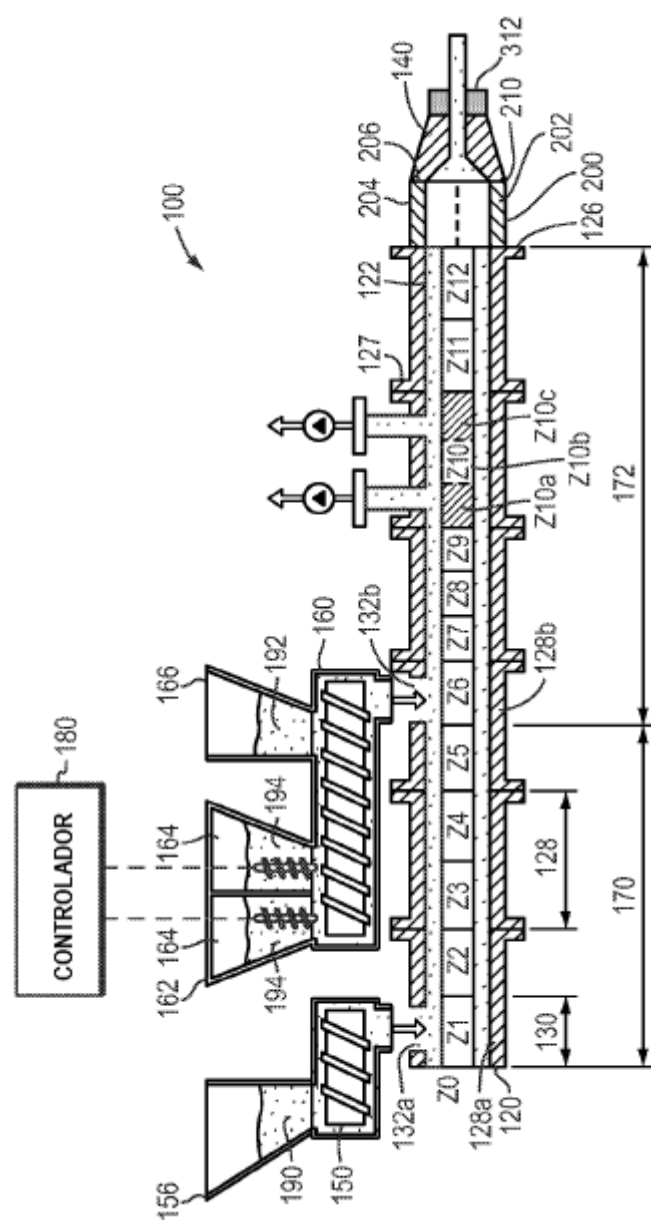


FIG. 3

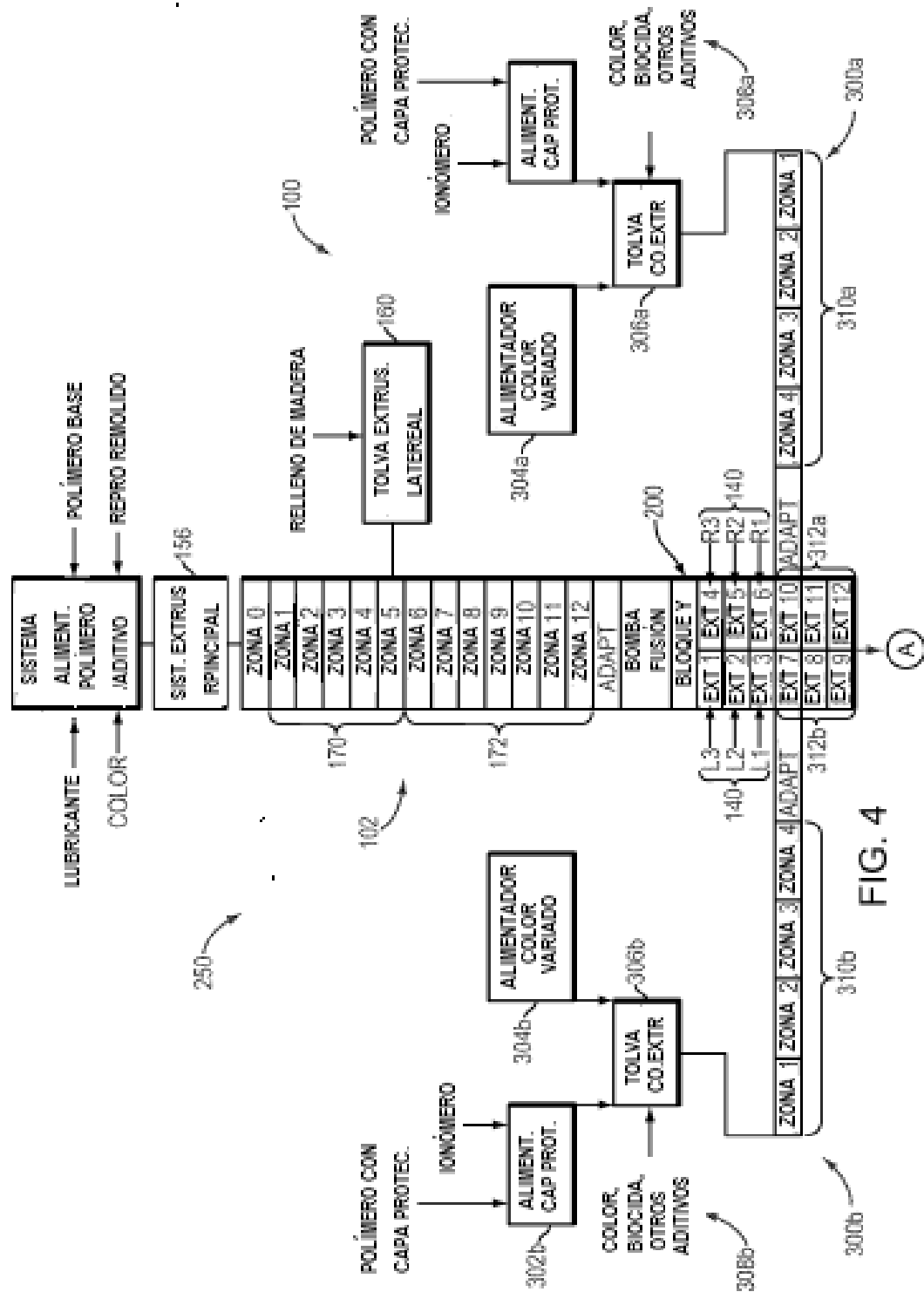


FIG. 4

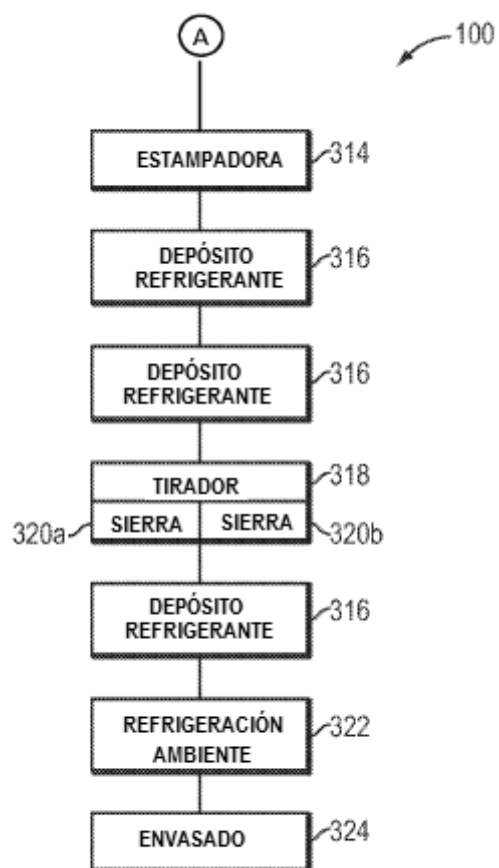


FIG. 4 (cont)

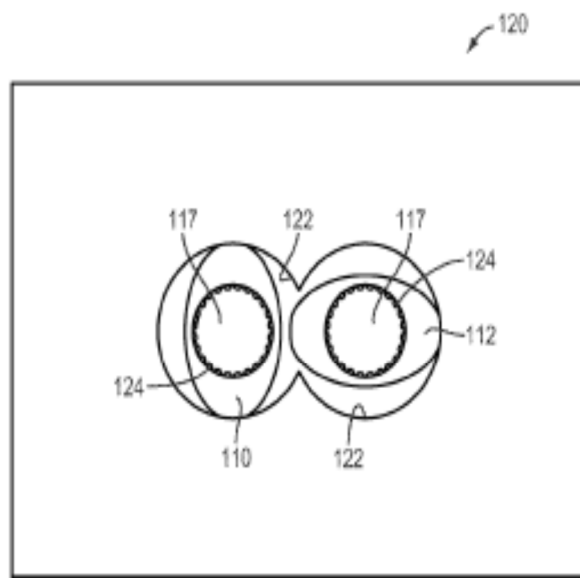


FIG. 5

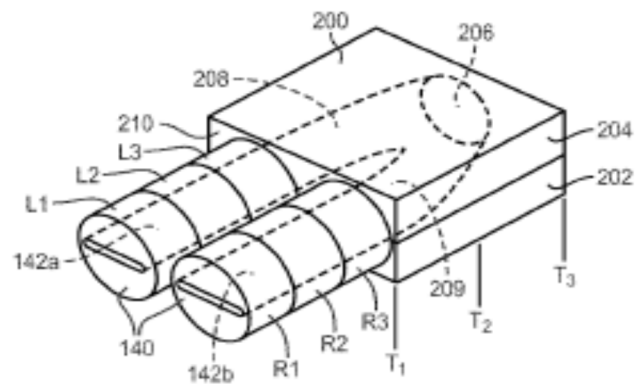


FIG. 6

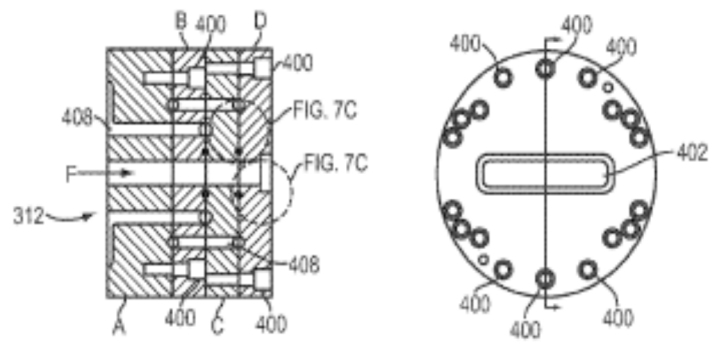


FIG. 7A

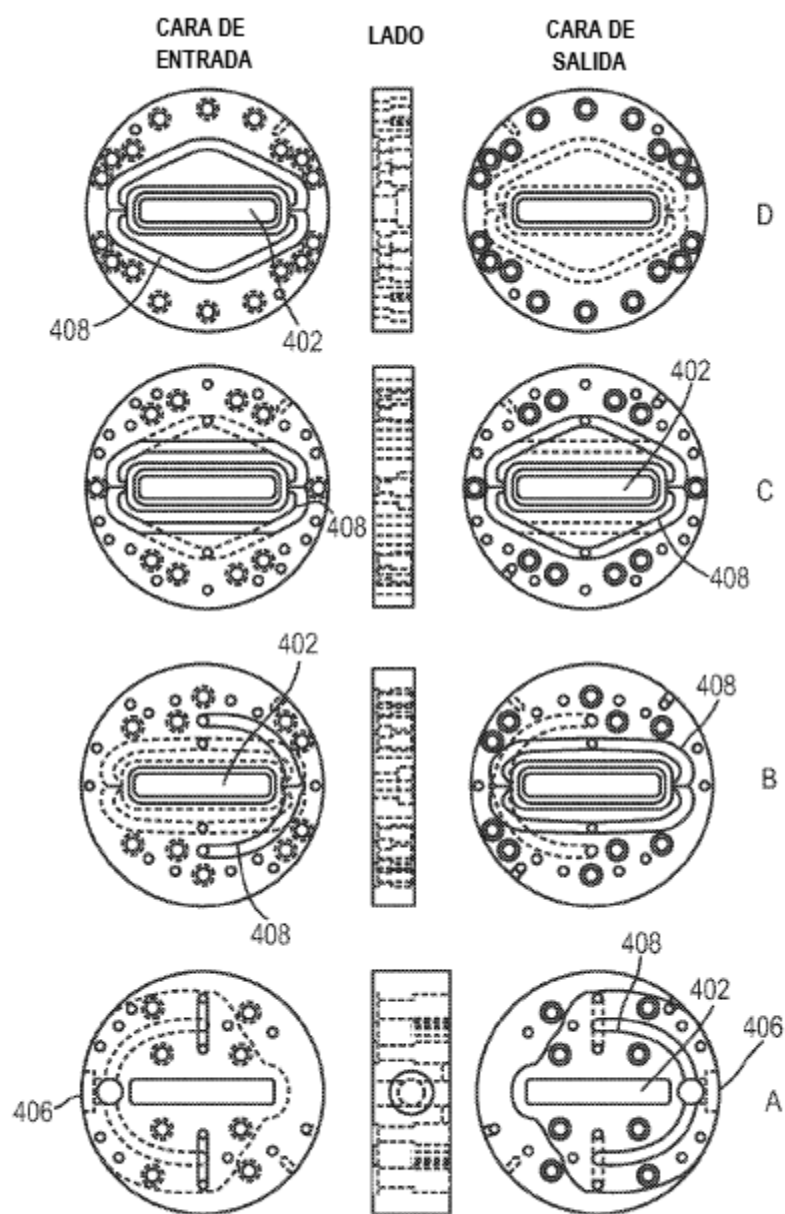


FIG. 7B

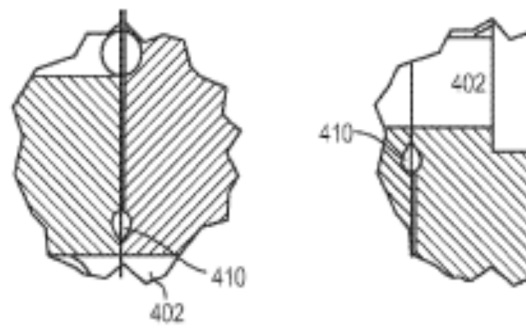


FIG. 7C

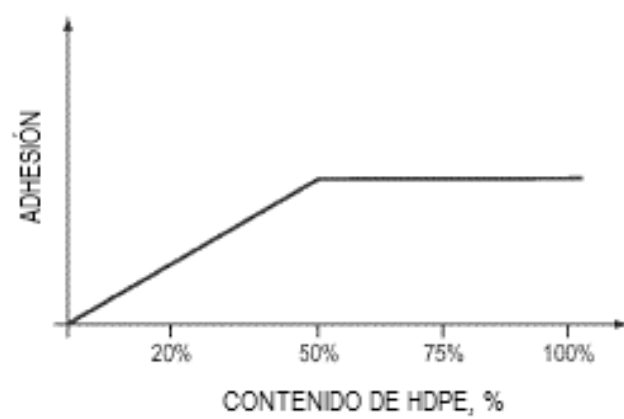


FIG. 8