

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 959**

51 Int. Cl.:

A47B 96/20 (2006.01)

E06B 3/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2014 PCT/US2014/038936**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.11.2014 WO14190033**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2014 E 14801125 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 2999374**

54 Título: **Artículo fabricado basado en plástico y proceso de formación**

30 Prioridad:

22.05.2013 US 201361826120 P

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

25.03.2021

73 Titular/es:

**EOVATIONS LLC (100.0%)
2801 E. Beltline NE
Grand Rapids, MI 49525, US**

72 Inventor/es:

**BIRCHMEIER, BRETT y
MCBRIDE, RICHARD**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 813 959 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

Artículo fabricado basado en plástico y proceso de formación

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos n. 61/826.120, presentada el 22 de mayo de 2013.

Campo técnico

Esta invención se refiere generalmente a productos de construcción y más particularmente a artículos que se hacen por moldeo, alisado (también denominado regruesamiento), o rebajado de artículos compuestos de plástico orientados y a procesos para fabricar tales productos.

10 Antecedentes

15 La madera como material de recorte en aplicaciones de construcción exterior tiene muchas cualidades excelentes. Es un material natural que es duradero y fuerte, pero con cierta flexibilidad. Se puede mecanizar con una sierra, un torno, una rebajadora u otro equipo de mecanizado de madera común. Las superficies de madera se pueden decorar para dar una variedad de aspectos deseados por el consumidor. Sin embargo, también es susceptible a los efectos adversos de la exposición a la luz solar y la humedad. La madera de alta calidad necesaria para crear artículos conformados para piezas de recorte también se ha vuelto relativamente escasa y costosa.

20 Por estas razones, los plásticos se han utilizado en una serie de aplicaciones en la industria de la construcción como una sustitución de la madera, particularmente en aplicaciones exteriores. Habitualmente, las aplicaciones exteriores de gran volumen incluyen revestimientos y ventanas para los que se conoce bien el uso de "vinilo" (cloruro de polivinilo). El uso de plásticos como sustituto de madera también se conoce en puertas, cubiertas, vallas, y en otras aplicaciones. Sin embargo, artículos de forma intrincada, incluyendo molduras decorativas, jambas de puertas y similares, que pueden requerir superficies redondas, ángulos agudos, esquinas interiores, socavaciones y otras formas difíciles de fabricar, no han sido reemplazados fácilmente por plásticos porque la fabricación de artículos intrincados con forma de plástico no ha sido rentable. Generalmente, las formas intrincadas solo se pueden producir mediante métodos de fabricación caros, por ejemplo, moldeo por inyección, extrusión de perfiles precisos, mecanizado u otras técnicas diseñadas para piezas costosas de ingeniería. Las formas intrincadas requeridas, con toda la funcionalidad requerida, no se han producido de manera fácil y rentable a partir de plásticos de bajo coste mediante métodos conocidos de procesamiento de bajo coste utilizando, por ejemplo, rebajadoras comunes para trabajar la madera, cepilladoras (regruesadoras), moldeadoras y similares.

30 El mecanizado de algunos plásticos es conocido y puede usarse para producir formas complejas y tolerancias dimensionales que no pueden fabricarse fácilmente en piezas de plástico utilizando otros medios. Como se resume en la edición en línea de marzo/abril de 2008 de Plastics Distributor® & Fabricator Magazine, algunos de los desafíos que se encuentran típicamente durante el mecanizado de plásticos, tal como polipropileno, incluyen re-soldadura o envoltura de material de desecho en la herramienta de corte y dificultad para obtener el acabado superficial deseado. 35 Un método sugerido para abordar estos desafíos incluye el uso de máquinas herramientas que producen chips más grandes, tales como herramientas de hélice lenta. Además, debido a la naturaleza a veces pegajosa del polipropileno y al calor inherente generado por la acción de corte durante el mecanizado, se recomienda no utilizar herramientas de acero de alta velocidad. Se puede utilizar un proceso de prueba y error para aumentar la velocidad de avance a través de la máquina y velocidades de husillo más lentas para la herramienta para intentar lograr un acabado aceptable en el artículo de trabajo. 40

Normalmente, el fabricante (operador de la máquina) recibe un material termoplástico que puede haber sido diseñado para una aplicación de ingeniería en particular y rellenado con un material de refuerzo, por ejemplo, fibra de vidrio. En estas situaciones, el material termoplástico se elige típicamente para el uso final y no necesariamente para facilitar el mecanizado del plástico. Asimismo, la pieza de trabajo generalmente se mantiene en una posición fija y la herramienta 45 de mecanizado se mueve para producir la forma deseada. Como resultado, el proceso de mecanizado puede ser lento y las piezas pequeñas en comparación con el tamaño de las piezas que normalmente serían necesarias para su uso como sustituto de la madera en aplicaciones de construcción. Por estas razones, los termoplásticos de ingeniería utilizados para estas aplicaciones mecanizadas pueden ser demasiado costosos para su aplicación como sustitutos de la madera en aplicaciones de construcción.

50 Recientemente, se han introducido compuestos termoplásticos cargados de madera como sustitutos de la madera en aplicaciones de cubiertas, revestimiento y recorte simple que no requieren formas intrincadas. Estos compuestos generalmente se producen por extrusión de perfiles y, dependiendo del material y la dificultad de producir la forma, pueden ser costosos. Asimismo, muchas formas deseables para artículos conformados pueden no producirse con

éxito con la consistencia dimensional requerida cuando se usan materiales termoplásticos económicos deseables. En otras aplicaciones, la extrusión de perfiles puede ser demasiado costosa para proporcionar piezas con la variabilidad dimensional baja (tolerancias estrictas) preferidas para su uso en aplicaciones como paneles de soporte para soleras o umbrales de puertas de aluminio extrudido. Por otro lado, hay una serie de desafíos para estas piezas de material compuesto de plástico y madera para muchas aplicaciones de sustitución de madera, incluyendo, pero sin limitación, estética, tenacidad (módulo de elasticidad y flexión) y mecanizabilidad.

Los materiales compuestos de plástico extrudido ahora se usan como tableros de cubiertas y similares. Sin embargo, estos también pueden tener inconvenientes como materia prima para artículos de forma intrincada. Los productos hechos de polietileno cargado de celulosa extrudida, polipropileno o cloruro de polivinilo, a menudo referidos como compuestos plásticos de madera, están fácilmente disponibles como tableros de cubierta. Sin embargo, tienen una sensibilidad indeseable a la humedad y, en algunos casos, exposición a la luz solar. Muchos de estos pueden sufrir "reventones" cuando se insertan tornillos en los extremos de los tableros extrudidos; los extremos pueden tender a "reventarse", (se rompe un trozo de material), porque el material puede ser frágil. Los materiales compuestos de plástico también pueden ser muy pesados en relación con la madera y pueden añadir peso y costes sustanciales a la aplicación. El uso de espuma para disminuir el peso y el coste puede hacer que el material compuesto de plástico, especialmente materiales compuestos de madera y plástico, sea aún más propenso a "reventarse". Por último, la madera tiene un coeficiente de expansión térmica (CTE) muy bajo, aproximadamente una décima parte del CTE de los materiales compuestos de madera y plástico típicos. En algunas aplicaciones exteriores de edificios que están restringidas, por ejemplo, en un soporte de umbral de puerta, esto puede conducir a doblar o inclinar la pieza restringida.

Los artículos de composición polimérica orientada (OPC) cargada producidos a partir de matrices en estado sólido también son conocidos para su uso como sustitutos de la madera. Un desafío importante para el estirado de matrices en estado sólido es que las formas y dimensiones intrincadas no se estiran fácilmente en la parte final. Las esquinas interiores con características afiladas, canales con características afiladas, socavaciones, etc., pueden ser muy difíciles de lograr con el estirado de matriz. Por lo tanto, para artículos conformados para aplicaciones de construcción, por ejemplo, piezas de recorte decorativas, moldura, moldeo de ladrillo, jambas de puerta, etc., mecanizado (cepilladora/moldeadora/rebajadora) es necesario lograr las formas y dimensiones deseables. Otro desafío encontrado en el mecanizado o corte de artículos de OPC es la fibrilación de la superficie, que puede resultar del "desgarro" de cadenas poliméricas orientadas durante varios tipos de operaciones de corte en un artículo de composición polimérica orientada. La fibrilación de la superficie puede ocurrir cuando un artículo de OPC se corta como con una sierra o se mecaniza por cualquiera de varias técnicas de carpintería, por ejemplo, rebajado, moldeo y similares. El "desgarro" es cuando, durante el proceso de mecanizado, se produce una fibrilla o grupo de fibrillas en la superficie cortada o mecanizada que, cuando se tira, puede despegarse o "astillarse" lejos de las cadenas poliméricas alineadas vecinas dejando un espacio en la superficie.

La Patente de los Estados Unidos n.º 5.204.045 de Courval et al. aborda la fibrilación de la superficie en OPC creando una piel de baja orientación. Otro ejemplo, la publicación de los EE.UU. n.º 2009/0155534, de O'Brien et al., describe un método alternativo para abordar la fibrilación de la superficie mediante la aplicación de un tratamiento de superficie que da como resultado una capa de superficie desorientada y una fibrilación reducida cuando la superficie del artículo se corta o se raya. La capa superficial tiene un espesor de 80 a 400 micrómetros y tiene una orientación más baja que una capa de espesor de 100 micrómetros adyacente a la capa superficial desorientada. Sin embargo, en ambos casos, la fibrilación de la superficie solo se aborda dentro de una profundidad predeterminada desde la superficie del artículo. Otro ejemplo, el documento WO 2013/003490 desvela una matriz de estirado no proporcional, ajustable, cónica en estado sólido y un artículo polimérico orientado formado a partir de la misma. En este caso, se utiliza una matriz de estirado no proporcional para producir perfiles de material compuesto polimérico orientado.

Sumario

De acuerdo con la invención, se forma un artículo a partir de una composición polimérica orientada (OPC) en todo su volumen y que tiene dimensiones de longitud, anchura y espesor en las que las dimensiones de anchura y espesor son menores que las de la dimensión de longitud, en donde al menos una superficie ha sido mecanizada de manera que una porción del artículo se reduce en al menos una de las dimensiones de anchura o espesor a lo largo de al menos una porción de la dimensión de longitud del artículo y en donde una densidad del artículo está entre 0,5 g/cc y 1,0 g/cc y la relación de contracción es 0,3 o mayor y menor que 0,8 y en donde un módulo de flexión del artículo está entre 0,50 GPa y 5,5 GPa.

De acuerdo con otra realización, el artículo comprende además al menos una carga. La al menos una carga puede ser una carga inorgánica, carga orgánica o una combinación de ambas y comprende del 25 % en peso al 60 % en peso del artículo.

Las realizaciones adicionales del artículo incluyen uno o más de los siguientes: el módulo de flexión del artículo está entre 0,60 y 5,5 GPa; la OPC comprende polietileno, polipropileno, polietileno reciclado o polipropileno reciclado, o una combinación de los mismos; y la relación de contracción es 0,25 o mayor y menor que 0,8.

De acuerdo con otra realización, el artículo comprende al menos una superficie que ha sido mecanizada de modo que el artículo se reduce en al menos una de las dimensiones de anchura o espesor a lo largo de al menos una porción de la dimensión de longitud en al menos 5 % en comparación con una dimensión máxima de anchura o espesor del artículo, respectivamente. En otra realización, la al menos una superficie ha sido mecanizada de manera que una porción del artículo se reduce en al menos una de las dimensiones de anchura o espesor a lo largo de al menos una porción de la dimensión de longitud del artículo en al menos 400 micrómetros en comparación con una anchura máxima o dimensión de espesor del artículo, respectivamente. Más aún, la reducción en al menos uno de anchura o espesor a lo largo de al menos una porción de la dimensión de longitud del artículo puede formar un perfil externo en el artículo útil como componente de recorte interior o exterior en aplicaciones de construcción.

10 En otra realización más, la al menos una superficie mecanizada está libre de defectos visibles a simple vista.

De acuerdo con una realización de la invención, una estructura de construcción incluye al menos un componente que comprende el artículo. El artículo puede estar presente como un componente de un ensamblaje para una abertura de ventana, puerta o de fenestración.

15 Además, la invención proporciona un proceso para hacer un artículo conformado por máquina a partir de una composición polimérica orientada (OPC), el artículo conformado por máquina se forma a partir de la OPC en todo su volumen, comprende (a) proporcionar una composición polimérica extrudida condicionada a la temperatura a una matriz de estirado en estado sólido; (b) dibujar la composición polimérica en una relación de estirado lineal menor que 7,0 para producir una pieza de trabajo de OPC; (c) proporcionar la pieza de trabajo de OPC a un dispositivo de mecanizado que comprende una o más máquinas herramienta; y (d) mecanizar la pieza de trabajo de OPC para producir una superficie que se ha reducido en espesor mediante la eliminación de material utilizando herramientas de mecanizado para producir un artículo conformado por máquina de OPC.

20 Las realizaciones adicionales de la invención comprenden uno o más de los siguientes: la composición polimérica se estira de manera que la relación de estirado lineal se encuentre entre 2,5 y 6,5; la velocidad de rotación de al menos una de las máquinas herramienta está entre 2000 RPM y 12.000 RPM; múltiples máquinas herramienta logran el recorte y el mecanizado de la pieza de trabajo de OPC en una sola pasada a través de las máquinas herramienta; el artículo de OPC conformado por máquina comprende una carga inorgánica; el proceso es un proceso semicontinuo o continuo; el mecanizado de la pieza de trabajo de OPC comprende reducir al menos una superficie del artículo en su espesor mediante la eliminación de material utilizando herramientas de mecanizado a una profundidad de al menos 400 micrómetros; y el artículo de OPC conformado por máquina está libre de defectos superficiales visibles a simple vista.

25 En otra realización, el proceso comprende además recortar la pieza de trabajo de OPC a unas dimensiones iniciales de sección transversal antes de proporcionar la pieza de trabajo de OPC al dispositivo de mecanizado.

Breve descripción de los dibujos

35 Estas y otras características y ventajas de la presente invención se entenderán mejor para los expertos en la materia cuando se consideren en relación con la siguiente descripción y dibujos:

La figura 1A es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC formado a partir de una pieza de trabajo de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 1B es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

40 La figura 2A es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC formado a partir de una pieza de trabajo de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 2B es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

45 La figura 3A es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC formado a partir de una pieza de trabajo de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 3B es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 4A es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC formado a partir de una pieza de trabajo de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

50 La figura 4B es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 5A es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC formado a partir de una pieza de trabajo de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

55 La figura 5B es una vista en perspectiva de un artículo conformado de OPC de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 6 ilustra un proceso para fabricar piezas de trabajo de composición polimérica orientada y artículos conformados de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción de realizaciones de la invención**TÉRMINOS**

5 "Estado sólido" se refiere a un polímero (o composición polimérica) que está por debajo de la temperatura de ablandamiento del polímero (o composición polimérica). Por consiguiente, "estirado en estado sólido" se refiere al estirado de un polímero o composición polimérica que está por debajo de la temperatura de ablandamiento del polímero (o composición polimérica). El "estirado de matriz en estado sólido" se refiere a estirar un polímero o composición polimérica que está por debajo de su temperatura de ablandamiento a través de una matriz de conformación.

10 La "composición polimérica" comprende al menos un componente polimérico y puede contener componentes no poliméricos. Una composición polimérica "rellena" incluye aditivos discontinuos, tales como cargas inorgánicas u orgánicas.

15 Un "polímero orientable" es un polímero que puede sufrir orientación molecular inducida por deformación en estado sólido (por ejemplo, estirado en estado sólido). Un polímero orientable puede ser amorfo o semicristalino (los polímeros semicristalinos tienen una temperatura de fusión (T_m) e incluyen aquellos polímeros conocidos como "cristalinos"). Los polímeros orientables deseables incluyen polímeros semicristalinos, y en particular, los polímeros lineales (los polímeros en los cuales la ramificación de la cadena ocurre en menos de 1 de 1.000 unidades poliméricas). Los polímeros semicristalinos pueden ser particularmente deseables porque pueden dar como resultado un mayor aumento en la resistencia y el módulo de flexión que las composiciones poliméricas amorfas. Las composiciones poliméricas semicristalinas pueden dar como resultado un aumento 4 a 10 veces mayor en la resistencia y el módulo de flexión tras la orientación sobre las composiciones poliméricas amorfas.

20 Una "fase polimérica orientable" es una fase polimérica que puede sufrir orientación molecular inducida por deformación en estado sólido (por ejemplo, estirado en estado sólido). Normalmente, 75 % en peso o más, incluso 90 % en peso o más o 95 % en peso o más de los polímeros en la fase de polímeros orientables son polímeros orientables basados en el peso total de la fase de polímeros orientables. Todos los polímeros en una fase de polímeros orientables pueden ser polímeros orientables. Una fase de polímeros orientables puede comprender uno o más de un tipo de polímero y uno o más de un tipo de polímero orientable.

25 "Artículo de composición polimérica orientada", "OPC" y "composición polimérica orientada" son intercambiables y se refieren a un artículo hecho orientando los polímeros de una composición polimérica. Una composición polimérica orientada comprende moléculas poliméricas que tienen un mayor grado de orientación molecular que la de una composición polimérica extrudida de un mezclador.

30 El "porcentaje en peso" y el "% en peso" son intercambiables y son relativos al peso total del polímero a menos que se indique lo contrario.

35 La "temperatura de ablandamiento" (T_s) para un polímero o composición polimérica que tiene como componentes poliméricos solo uno o más de un polímero semicristalino es la temperatura de fusión para el polímero de fase continua en la composición polimérica.

40 La "temperatura de fusión" (T_m) para un polímero semicristalino es la temperatura a la mitad de un cambio de fase cristalina a fundida según lo determinado por calorimetría de barrido diferencial (DSC) al calentar un polímero cristalizado a una velocidad de calentamiento específica. La T_m para un polímero semicristalino se puede determinar de acuerdo con el procedimiento DSC en el método ASTM E794-06. La T_m para una combinación de polímeros y para una composición polimérica rellena, también se puede determinar mediante DSC utilizando las mismas condiciones de prueba en el método ASTM E794-06. Si la combinación de polímeros o composición polimérica rellena solo contiene polímeros miscibles y solo un cambio de fase cristalina a fundida es evidente en una curva DSC, entonces la T_m para la combinación de polímeros o la composición polimérica rellena es la temperatura a la mitad del cambio de fase. Si múltiples cambios de fase cristalina a fundida son evidentes en una curva de DSC debido a la presencia de polímeros inmiscibles, entonces la T_m para la combinación de polímeros o la composición polimérica rellena es la T_m del polímero de fase continua. Si más de un polímero es continuo y no son miscibles, entonces la T_m para la combinación de polímeros o la composición polimérica rellena es la T_m más alta de los polímeros de fase continua.

45 La "temperatura de ablandamiento" (T_s) para un polímero o composición polimérica que tiene como componentes poliméricos solo uno o más de un polímero amorfo es la temperatura de transición vítrea para la fase continua de la composición polimérica.

50 Si las fases del polímero semicristalino y amorfo son co-continuas, entonces la temperatura de ablandamiento de la combinación es la temperatura de ablandamiento más baja de las dos fases. Si la composición polimérica contiene una combinación de polímeros semicristalinos y amorfos, la temperatura de ablandamiento de la composición

polimérica es la temperatura de ablandamiento del polímero de fase continua de la composición polimérica.

5 La "temperatura de transición vítrea" (Tg) para un polímero o composición polimérica es la temperatura a la mitad de un cambio de fase de transición vítrea según lo determinado por DSC de acuerdo con el procedimiento del método ASTM D3418-03. La Tg para una combinación de polímeros y para una composición polimérica rellena también se puede determinar por DSC bajo las mismas condiciones de prueba en D3418-03. Si la combinación de polímero o composición polimérica rellena solo contiene polímeros miscibles y solo un cambio de fase de transición vítrea es evidente en la curva de DSC, entonces Tg de la combinación de polímeros o composición polimérica rellena es la temperatura a la mitad del cambio de fase. Si los cambios en la fase de transición vítrea múltiple son evidentes en una curva de DSC debido a la presencia de polímeros amorfos inmiscibles, entonces Tg para la combinación de polímeros o la composición polimérica rellena es la Tg del polímero de fase continua. Si más de un polímero amorfo es continuo y no son miscibles, entonces la Tg para la composición polimérica o la composición polimérica rellena es la Tg más alta de los polímeros en fase continua.

15 Si la composición polimérica contiene una combinación de polímeros semicristalinos y amorfos, la temperatura de ablandamiento de la composición polimérica es la temperatura de ablandamiento del polímero de fase continua o composición polimérica.

La "temperatura de estirado" se refiere a la temperatura de la composición polimérica cuando comienza a ser estirada en una matriz de estirado en estado sólido.

20 La "relación de estirado lineal" es una medida de cuánto se alarga una composición polimérica en una dirección de estirado (dirección en la que se estira la composición) durante un proceso de estirado. La relación de estirado lineal se puede determinar durante el procesamiento marcando dos puntos en una composición polimérica separados por un espaciado de composición preorientado y midiendo qué tan separados están esos dos puntos después del estirado para obtener un espaciado de composición orientada. La relación entre el espaciado final y el espaciado inicial identifica la relación de estirado lineal.

25 La "relación de estirado nominal" es el área de la superficie de la sección transversal de una composición polimérica cuando entra en una matriz de estirado dividida por el área de la sección transversal del polímero a medida que sale de la matriz de estirado.

30 "Dispositivo de mecanizado", "máquina herramienta" o "herramienta de mecanizado" se usan indistintamente. Una "máquina herramienta" es estacionaria, máquina accionada por motor utilizada para cortar, dar forma, o formar materiales como madera, que en este caso, se usa para cortar, formar, o conformar composiciones poliméricas orientadas. "Mecanizado" significa dar forma o acabar mediante torneado, conformación, cepillado (regruesamiento), moldeo, rebajado o fresado por herramientas operadas por máquina donde la "herramienta" se refiere a la parte de corte o conformación en una máquina o máquina herramienta.

"Temperatura de mecanizado" se refiere a la temperatura de la pieza de trabajo del artículo de composición polimérica orientada, a medida que comienza a mecanizarse, mediante una herramienta en el proceso de mecanizado.

35 "Velocidad de mecanizado" se refiere a la velocidad en unidades de longitud por unidad de tiempo en la cual la pieza de trabajo se mueve más allá de una máquina herramienta que trabaja en la pieza de trabajo.

40 "Pieza de trabajo" se define generalmente como el material que está en proceso de ser trabajado o fabricado o que ha sido cortado o moldeado por una herramienta manual o máquina. Para los propósitos de la presente invención, "pieza de trabajo" se refiere a una composición polimérica orientada, en particular, un tablero de composición polimérica orientado después de haber salido de la matriz de estirado y antes de, durante, o después de ser fabricado o "trabajado" al ser mecanizado por las herramientas de mecanizado del proceso de la invención. "Pieza bruta de trabajo" se refiere a una pieza de trabajo que se ha recortado a una sección transversal deseada, pero aún no mecanizada utilizando herramientas de mecanizado de alta velocidad.

45 Se produce un "desgarro" en una superficie fibrosa trabajada cuando las fibras en la superficie son levantadas por la cuña o plano de la herramienta, en lugar de ser cortadas (cizalladas), dando como resultado en un acabado irregular. Una "gubia" es similar a un desgarro en apariencia pero resulta de la penetración excesiva de una herramienta en la pieza de trabajo, por ejemplo, de tintineo de herramientas.

Los "defectos" en el contexto de la superficie mecanizada del artículo de OPC incluyen, pero sin limitación: gubias, desgarros y fibrillas, todos visibles a simple vista.

50 "Visible a simple vista" significa que una persona a una distancia de visualización de al menos 1,0 metro o más puede distinguir características individuales, por ejemplo, fibras, gubias o desgarros, en la superficie del artículo sin usar un dispositivo que amplíe las características de la superficie.

una OPC es "similar" a otra OPC si su composición es sustancialmente la misma que la otra OPC en todos los aspectos, excepto en aquellos que se mencionan en el contexto donde se hace referencia a una OPC similar. Las composiciones son sustancialmente las mismas si son iguales dentro de intervalos razonables de reproducibilidad del proceso.

- 5 "ASTM" se refiere a ASTM International, anteriormente Sociedad Americana para Pruebas y Materiales; el año del método está designado por un sufijo con guion en el número del método o, en ausencia de tal designación, es el año más actual anterior a la fecha de presentación de la presente solicitud.

"Revoluciones por minuto" y RPM son intercambiables y se refieren al número de veces que una herramienta rotatoria gira alrededor de su eje de rotación en un minuto.

- 10 "Múltiple" significa al menos dos.

"Y/o" significa "y, o como alternativa".

Los intervalos incluyen puntos finales a menos que se indique lo contrario.

Las temperaturas se dan en grados Celsius, abreviado como "C" a menos que se indique lo contrario.

- 15 La relación de contracción se mide cortando un artículo de OPC conformado a una longitud inicial L_{inic} , típicamente entre 10 cm (4 pulgadas) y 25 cm (10 pulgadas), colocando la pieza en un horno precalentado a 180 grados Celsius durante una hora, retirando la pieza del horno, permitiendo que se enfríe y grabando la longitud final L_{fin} . La relación de contracción (SR) se define mediante la ecuación (1) a continuación:

$$SR = L_{fin} / L_{inic} \quad (\text{Ecuación 1})$$

El módulo de flexión se mide según el método ASTM ASTM D-6109-05

- 20 La densidad se mide de acuerdo con el método ASTM ASTM D-792-00

- 25 Las figuras 1A-1B, 2A-2B, 3A-3B y 4A-4B ilustran ejemplos no limitativos de artículos de OPC conformados 10 ejemplares de acuerdo con una realización de la invención. Los artículos conformados 10 ilustrados en las Figuras 1A-1B, 2A-2B, 3A-3B y 4A-4B son ejemplos de artículos que tienen características de recorte decorativas como formas redondeadas o curvadas, superficies planas mecanizadas en una o más de una de las superficies de una pieza de trabajo que tiene una variedad de diferentes dimensiones iniciales. Las Figuras 5A-5B ilustran un ejemplo no limitativo de un artículo de OPC conformado 80 en forma de una placa de soporte para un umbral de puerta de aluminio extrudido.

- 30 En referencia ahora a la Figura 1A, un artículo de OPC conformado 10 se forma a partir de una pieza de trabajo de OPC 11 que tiene un espesor inicial 12, una anchura 14 y una longitud 16. La longitud 16 es típicamente mayor que la anchura 14 y la anchura 14 es típicamente mayor que el espesor 12, aunque también está dentro del alcance de la invención que el espesor 12 sea mayor que la anchura 14 o igual que la anchura 14. Las dimensiones iniciales de espesor, anchura y longitud 12, 14 y 16, respectivamente, pueden variar según las necesidades del usuario. La pieza de trabajo 11 se puede mecanizar a cualquier forma que se pueda producir utilizando rebajadoras típicas para trabajar la madera, máquinas de moldeo o cepilladoras (regruesadoras) o combinaciones de estas máquinas para proporcionar el artículo de OPC conformado 10 con un espesor máximo 12', una anchura máxima 14' y una longitud máxima 16'. El artículo de OPC conformado 10 se forma mecanizando la pieza de trabajo de OPC 11 para reducir la anchura inicial 14 y/o el espesor 12 a lo largo de al menos una parte de la longitud 16 de la pieza de trabajo de OPC 11. La forma y dimensiones finales del artículo de OPC 10 pueden determinarse usando una o más máquinas durante uno o más procesos.

- 40 La pieza de trabajo de OPC 11 puede mecanizarse para proporcionar al artículo de OPC conformado 10 un contorno simétrico o asimétrico que tenga cualquier combinación de ángulos, curvas y planos de una manera similar a la que se puede hacer con madera real. Tal como se ilustra en la Figura 1, la pieza de trabajo de OPC 11 ha sido mecanizada para proporcionar al artículo de OPC conformado 10 los espesores 12' y 12" y las anchuras 14' y 14" que son menores que el espesor original 12 y la anchura 14 de la pieza de trabajo de OPC 11. El contorno del artículo conformado de OPC 10 puede crearse utilizando uno o más procesos y herramientas de mecanizado para reducir el espesor 12 y la anchura 14 de la pieza de trabajo de OPC 11 para proporcionar el artículo conformado de OPC 10 deseado que tiene la longitud deseada 16', Como se ilustra en la figura 1B.

- 50 Las figuras 2A-2B, 3A-3B y 4A-4B ilustran realizaciones ejemplares adicionales de formar un artículo de OPC conformado 10 que tiene un contorno simétrico o asimétrico que tiene una combinación de ángulos, curvas y planos reduciendo el espesor 12 y la anchura 14 a lo largo de al menos una porción de la longitud 16 de la pieza de trabajo

de OPC 11. Como se ilustra en las figuras 1A-B a 4A-B, se pueden formar los artículos de OPC conformados 10 que tienen una variedad de diferentes combinaciones de ángulos, curvas y planos en una variedad de dimensiones diferentes a partir de piezas de trabajo de OPC 11 que tienen una variedad de dimensiones iniciales diferentes de una manera similar a cómo se pueden mecanizar piezas de madera reales para formar artículos conformados.

5 Con referencia ahora a las figuras 5A y 5B, una pieza de trabajo de OPC 82 que tiene un espesor inicial 84, anchura 86 y longitud 88 pueden mecanizarse para proporcionar el artículo de OPC 80 conformado que tiene un espesor máximo 84', anchura 86' y longitud 88' de una manera similar a la descrita anteriormente para el artículo conformado de OPC 10 de las figuras 1-B a 4A-B. La longitud máxima 88' del artículo de OPC conformado 80 puede ser cualquier longitud adecuada según lo necesite el instalador del artículo conformado y puede producirse en longitudes típicamente utilizadas comercialmente, por ejemplo, 1,83 metros (seis pies), 2,43 metros (ocho pies), 3,05 metros (diez pies), o incluso 6,1 metros (20 pies) o más y se pueden cortar a medida según sea necesario. La anchura 86 de la pieza de trabajo de OPC 82 antes de ser mecanizada puede variar desde tan solo 2,5 a 5 cm (una a dos pulgadas) y es típicamente menor que 15 cm (6 pulgadas) pero puede ser tan grande como 30,5 cm (12 pulgadas). El espesor 84 del artículo de OPC conformado 80 antes de ser mecanizado puede variar de 3,18 mm (1/8 pulgada) a 5 cm (2 pulgadas) o más. Tal como se ha descrito anteriormente, el artículo de OPC conformado 80 puede mecanizarse a cualquier forma que pueda producirse utilizando rebajadoras típicas para trabajar la madera, máquinas de moldeo o cepilladoras (regruesadoras) o combinaciones de estas máquinas.

20 Durante un proceso típico de mecanizado de madera, la profundidad de corte puede variar sobre el espesor, anchura y/o longitud de la pieza de trabajo y puede limitarse a uno o varios lados de la pieza de trabajo. En algunas partes de la pieza de trabajo, la profundidad de corte puede ser a través de todo el espesor o anchura de la pieza de trabajo, mientras que otras partes de la pieza de trabajo pueden estar libres de cualquier corte o tener solo una pequeña porción de material eliminada. Generalmente, en un proceso de mecanizado de tipo de carpintería, la profundidad de corte puede ser cualquier distancia deseada y generalmente es mayor a 0,25 mm, 0,5 mm, 1 mm, 5 mm, 10 mm, 1 cm o 2 cm o más. La profundidad de corte puede ser tan grande como el espesor o anchura completo de la pieza de trabajo. Tal como se usa en el presente documento, la profundidad de corte se refiere a una distancia ortogonal a una superficie en la que una herramienta de corte penetra para eliminar el material durante un proceso de mecanizado, como corte, por ejemplo.

30 El artículo de OPC conformado 80 tiene caras, que pueden comprender secciones mecanizadas y no mecanizadas, como una cara superior 90, una cara inferior 92 y un par de caras laterales opuestas 94, 96. Al menos una cara de una cara superior 100, la cara inferior 102 y las caras laterales opuestas 104, 106 del artículo de trabajo de OPC 82 se mecanizan para producir las curvas, ángulos y planos del artículo de OPC conformado 80. Por ejemplo, la sección 120 ilustra una sección formada por mecanizado lineal de la cara superior 100 del artículo de trabajo de OPC 82 para formar una serie de porciones escalonadas en la cara superior 90 del artículo de OPC conformado 80, mientras que la sección 122 ilustra una sección mecanizada curvada en la cara superior 90 del artículo de OPC conformado 80 que se mecaniza desde la cara superior 100 del artículo de trabajo de OPC 82. Un "socavado" 124 en la sección de cara lateral 94 del artículo de OPC conformado 80 ilustra otro tipo ejemplar de corte a máquina. Las ranuras 126 y 130 en la cara inferior 92 y la cara lateral 96 del artículo de OPC conformado 80, respectivamente, ilustran ejemplos adicionales de cortes a máquina. El artículo de OPC conformado 80 puede incluir cualquier combinación de secciones no mecanizadas y mecanizadas o cortadas en una o más caras 90, 92, 94 y 96, como se conoce en la técnica de la carpintería. Las caras 90, 92, 94 y 96 del artículo de OPC conformado 10 pueden ser relativamente lisas a partir del estirado de la matriz, calentamiento, lijado, serrado y/o recorte u otras operaciones de mecanizado.

45 La figura 6 ilustra un proceso 200 ejemplar que puede usarse para fabricar artículos de OPC conformados, tales como los artículos de OPC conformados 10 y 80. La secuencia de etapas representada para este proceso y los métodos posteriores son solo para fines ilustrativos, y no están destinados a limitar ninguno de los métodos de ninguna manera, ya que se entiende que las etapas pueden proceder en un orden lógico diferente o etapas adicionales o intermedias pueden incluirse sin restar valor a la invención.

50 Se introducen materiales plásticos y aditivos seleccionados en una extrusora 232 como material precombinado o como componentes individuales, o como una combinación de los dos, y, después del procesamiento en la extrusora 232, son extrudidos a través de una matriz y calibrador 234 para producir un tocho caliente (pieza extrudida) 236 del material extrudido que es movido por un extractor (orugas, correas, rodillos u otros medios) 240 a una etapa de acondicionamiento de temperatura 242, donde el material se enfría por debajo de su temperatura de ablandamiento Ts. La pieza extrudida enfriada se estira luego a través de una etapa de estirado de matriz 244 en estado sólido a través de una matriz a una temperatura de estirado para alinear largas cadenas del polímero en la dirección longitudinal del estirado usando un extractor 248 y se enfría con un tanque de enfriamiento 246 a una temperatura de corte para formar una pieza de trabajo de OPC 250. La pieza de trabajo de OPC 250 se alimenta posteriormente utilizando extractores u otros medios a una sierra 252, como se sabe en la técnica, para cortar la pieza de trabajo de OPC 250 a la longitud deseada. La pieza de trabajo de OPC 250 se recorta opcionalmente en una estación de corte 254 a una anchura y espesor deseable para crear una pieza bruta mecanizada de OPC 256 para el mecanizado adicional en la estación de mecanizado 258 para formar un artículo de OPC conformado 260, en la que la pieza bruta mecanizada de OPC 256 se alimenta continuamente a la estación de mecanizado 258 como parte de un proceso continuo. Se

pueden utilizar etapas adicionales para preparar aún más la pieza de trabajo de OPC 250 para el mecanizado, incluido el recorte, por ejemplo, para asegurarse de que las dimensiones de la sección transversal sean perpendiculares entre sí a lo largo de la longitud de la pieza de trabajo de OPC 250. La etapa de recorte puede ser como una etapa separada o realizada en la estación de mecanizado de cortadores múltiples con un conjunto de cortadores diseñados para el propósito que es común con las "máquinas de moldeo" para carpintería.

5 En otra realización, las piezas de trabajo de OPC 250 cortadas o aserradas pueden almacenarse después del corte o después del recorte inicial y antes de las etapas de recorte o moldeo posteriores. Después, las piezas almacenadas se pueden recortar y moldear posteriormente o solo moldear, según sea necesario, como parte de un proceso semicontinuo.

10 La estación de mecanizado 258 puede comprender un dispositivo de mecanizado, por ejemplo, una rebajadora, máquina de moldeo, o cepilladora (regruesadora) o cualquier otro dispositivo de mecanizado utilizado para carpintería. La estación de mecanizado 258 puede incluir herramientas que pueden ser herramientas rotatorias, que pueden eliminar material cortando virutas de la superficie de la pieza bruta mecanizada de OPC 256. El número de herramientas y su ubicación con respecto a la pieza bruta mecanizada de OPC 256, la velocidad de rotación de la herramienta (RPM), el ángulo de corte de herramienta, el material de construcción, y similares, puede ser elegido por el ingeniero o maquinista experto en la materia para producir el producto conformado deseado con el acabado superficial deseado, como una superficie libre de defectos, por ejemplo, gubias, desgarro o fibras, visibles a simple vista.

20 El filo de la máquina herramienta puede ser acero para herramientas o carburo o diamante como se conoce en la técnica. Las condiciones de funcionamiento para una operación de mecanizado particular dependen de una variedad de factores, ejemplos no limitativos de los cuales incluyen el material utilizado para formar la pieza bruta mecanizada de OPC 256, el tipo de herramienta utilizada en la estación de mecanizado 258, ángulo de corte del borde de la herramienta con respecto a la pieza bruta mecanizada de OPC 256, velocidad de la herramienta (rpm), diámetro del husillo (que afecta la velocidad lineal de la herramienta rotatoria), y temperatura de la pieza bruta mecanizada de OPC 256. Por ejemplo, la velocidad de la herramienta puede ser tan baja como unos pocos miles de rpm, por ejemplo, 2000 RPM, 4000 RPM o 6000 RPM o tan alta como 8000, 10.000, 12.000 o incluso 15.000 RPM o más, dependiendo de los factores indicados. Sin embargo, la demanda de energía de la máquina (requisito de potencia) requerida para alimentar las herramientas puede aumentar a medida que aumenta la velocidad de alimentación del producto a través de la máquina y aumentan las RPM requeridas para hacer un corte suave. Por lo tanto, se prefiere poder mecanizar una pieza bruta mecanizada de OPC 256 a las RPM más bajas que proporcione una superficie aceptable a la velocidad de rendimiento deseada. Las máquinas con múltiples cabezales que tienen múltiples cabezales de mecanizado también se pueden utilizar para mecanizar y/o recortar en una sola pasada. Las máquinas de cabezales múltiples preferibles pueden tener velocidades de rotación de la herramienta entre 5000 y 12000 RPM, típicamente 6.000 a 8.000 RPM. Las velocidades de rendimiento pueden ser tan bajas como uno o dos metros por minuto (m/min) o tan altas como 25, 50 o 75 o más metros por minuto.

La demanda de energía también puede aumentar a medida que se elimina más material a medida que aumenta la profundidad de corte. El mecanizado para producir un artículo conformado de OPC generalmente puede eliminar un 5 % o más, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, e incluso 60 % o más y hasta 80 % o más del espesor de una pieza bruta mecanizada de OPC en al menos una parte del artículo terminado con forma decorativa en comparación con el espesor máximo del artículo conformado de OPC.

45 Se prefiere que la temperatura de mecanizado en la estación de mecanizado 250 esté por debajo de la temperatura de ablandamiento de la composición polimérica utilizada para formar la pieza bruta mecanizada de OPC 256 de modo que la pieza bruta mecanizada de OPC 256 pueda cortarse por el borde afilado de una máquina herramienta, en lugar de deformarse como si fuera empujada por la herramienta, durante el proceso de mecanizado en la estación de mecanizado 250. Asimismo, puede ser preferido para una operación de mecanizado continuo, que las características de la superficie mecanizada sean relativamente insensibles a la temperatura de mecanizado, de modo que las perturbaciones o cambios en otras partes del proceso no tengan o tengan un efecto limitado, sobre el proceso de mecanizado y las características del producto.

50 En una realización ejemplar, el artículo conformado de OPC 260 puede estar hecho de una composición polimérica orientada que comprende una fase continua de uno o más polímeros orientables. Preferiblemente, 90 % en peso o más, y más preferiblemente, 95% en peso o más de los polímeros en la composición polimérica son polímeros orientables. Como alternativa, todo el polímero en la composición polimérica puede ser orientable.

55 Tal como se ha descrito anteriormente, un polímero orientable es un polímero que puede sufrir una alineación polimérica. Los polímeros orientables pueden ser amorfos o semicristalinos. En el presente documento, los polímeros "semicristalinos" y "cristalinos" se refieren indistintamente a polímeros que tienen una temperatura de fusión (T_m). Si bien no significa estar limitado por ninguna teoría, las poliolefinas sufren cavitación en combinación con partículas de carga, porque las poliolefinas son relativamente no polares y, como tales, se adhieren poco a las partículas de carga. Los polímeros lineales (es decir, los polímeros en los que se produce la ramificación de la cadena en menos de 1 de

1.000 unidades de monómero, como el polietileno lineal de baja densidad) son aún más deseables.

Ejemplos no limitantes de polímeros orientables adecuados incluyen polímeros y copolímeros basados en poliestireno, policarbonato, polipropileno, polietileno (por ejemplo, alta densidad, polietileno de densidad muy alta y densidad ultraalta), cloruro de polivinilo, polimetilpentano, poliamidas, poliésteres (por ejemplo, tereftalato de polietileno) y polímeros basados en poliéster, policarbonatos, óxido de polietileno, polioximetileno y sus combinaciones. Un primer polímero está "basado en" un segundo polímero si el primer polímero comprende el segundo polímero. Por ejemplo, un copolímero de bloques se basa en los polímeros que comprenden los bloques. Los polímeros orientables preferidos incluyen polímeros basados en polietileno y polipropileno, cuyos ejemplos incluyen polietileno lineal que tiene un Pm de 50.000 a 3.000.000 g/mol; especialmente de 100.000 a 1.500.000 g/mol, incluso de 750.000 a 1.500.000 g/mol.

Los polímeros basados en polipropileno (PP) (es decir, polímeros basados en PP) son un ejemplo de un polímero orientable particularmente preferido para usar en la presente invención. Los polímeros basados en PP generalmente tienen una densidad menor que otros polímeros de poliolefina orientables y, por lo tanto, facilitan artículos más ligeros que otros polímeros de poliolefina orientables. Los polímeros basados en PP también ofrecen una mayor estabilidad térmica que otros polímeros de poliolefina orientables. Por lo tanto, los polímeros basados en PP, fabricados por cualquiera de los medios conocidos en la técnica también pueden formar artículos orientados que tienen mayor estabilidad térmica que los artículos orientados de otros polímeros de poliolefina. Los polímeros basados en PP adecuados incluyen homopolímero de PP; copolímero aleatorio de PP (con etileno u otra alfa-olefina presente de 0,1 a 15 por ciento en peso de monómeros); copolímeros de impacto de PP. Se prefiere usar un polímero basado en PP que tenga una velocidad de flujo de fusión superior a 0,3 g/10 min, preferiblemente mayor que 1 g/10 min, más preferiblemente mayor que 1,5 g/10 min, e incluso más preferiblemente mayor que 2 g/10 min mientras que al mismo tiempo tiene un índice de fluidez de menor que 8 g/10 min, preferiblemente menor que 6 g/10 min, más preferiblemente menor que 4 g/10 min e incluso más preferiblemente menor que 3 g/10 min. También se prefiere usar un polímero basado en PP que tenga 55 % a 70 %, preferiblemente 55 % a 65 % de cristalinidad.

El PP obtenido de flujos de reciclaje industriales o comerciales, incluido el PP reciclado cargado o reforzado, se puede usar. El PP reciclado puede variar de 0 a 100 % del polímero orientable usado en la composición polimérica orientable.

El PP puede ser estabilizado por rayos ultravioleta (UV), y deseablemente también puede modificarse por impacto. El PP particularmente deseable puede estabilizarse con estabilizadores orgánicos. El PP puede comprender dióxido de titanio o estar libre de pigmento de dióxido de titanio.

La composición polimérica orientada puede comprender además cargas, incluyendo cargas orgánicas y cargas inorgánicas. Las cargas orgánicas pueden ser polímeros celulósicos o sintéticos. Las cargas son preferiblemente, cargas inorgánicas inertes. Los materiales inorgánicos no sufren algunos de los desafíos de las cargas orgánicas. Las cargas orgánicas incluyen materiales celulósicos como fibra de madera, polvo de madera y harina de madera y son susceptibles, incluso dentro de una composición polimérica, a la decoloración cuando se exponen al sol, y a la descomposición, moho y hongos cuando se exponen a la humedad. Las cargas inorgánicas son reactivas o inertes. Las cargas inertes pueden ser más preferidas que las cargas reactivas para lograr una densidad de composición polimérica estable. Sin embargo, las cargas inorgánicas son generalmente más densas que las cargas orgánicas. Por ejemplo, las cargas inorgánicas inertes para usar en la presente invención tienen típicamente una densidad de al menos dos gramos por centímetro cúbico. Por lo tanto, las composiciones poliméricas que comprenden cargas inorgánicas típicamente pueden contener más volumen vacío que una composición polimérica que comprende el mismo volumen de cargas orgánicas para alcanzar la misma densidad de composición polimérica.

Ejemplos no limitantes de cargas inorgánicas inertes incluyen talco, arcilla (por ejemplo, caolín), hidróxidos de magnesio, hidróxidos de aluminio, dolomita, dióxido de titanio, perlas de vidrio, sílice, mica, cargas metálicas, feldespato, Wollastonita, fibras de vidrio, fibras metálicas, fibras de boro, negro de carbono, nanocargas, carbonato de calcio y cenizas volantes. Las cargas inorgánicas inertes particularmente deseables incluyen talco, carbonato de calcio, hidróxido de magnesio y arcilla. La carga inorgánica puede comprender una o una combinación de más de una, carga inorgánica. Más en particular, la carga inorgánica inerte puede ser una carga inorgánica inerte, o cualquier combinación de más de una carga inorgánica inerte. Las realizaciones de la invención pueden tener 25 % en peso o más, 35 % en peso, 45 % en peso, 50 % en peso, 55 % en peso o más, o incluso 60 % en peso de carga. Como los niveles de carga aumentan más allá del 60 % en peso, la tendencia de la pieza de trabajo de OPC estirada a romperse durante el proceso de estirado aumenta sustancialmente. Se prefieren realizaciones en las que el nivel de carga está entre aproximadamente 40 % en peso y 60 % en peso porque la cavitación puede aumentar y disminuir la densidad (aumenta el volumen vacío) a medida que aumenta el nivel de carga.

El estirado de la matriz en estado sólido es diferente de la extrusión, en la cual el material es empujado a través de una matriz en un estado fluido caliente sobre la temperatura de transición vítrea Tg del material, y pultrusión, donde el material es empujado y tirado. La matriz en estado sólido para hacer que la pieza de trabajo de OPC se mecanice posteriormente para producir el artículo conformado de OPC implica tirar del material que tiene una temperatura de ablandamiento Ts a una temperatura inferior a su temperatura de fusión Tm a través de una matriz de estirado usando rodillos impulsores o pistas o correas de transmisión (orugas) para que el material esté bajo un estado de tensión y el

estirado de la matriz se produzca a una temperatura de estirado T_d por debajo de la temperatura de ablandamiento T_s de la composición polimérica. La temperatura de estirado T_d está diez o más grados por debajo de la temperatura de ablandamiento del polímero, incluyendo, 15, 20 o incluso 30 grados por debajo de T_s . Generalmente, el intervalo de temperatura de estirado T_d es 40 °C o menos por debajo de las T_s de la composición polimérica para lograr una
 5 relación de estirado lineal usando velocidades de estirado económicamente razonables. Se prefiere mantener la temperatura de la composición polimérica a una temperatura dentro de un intervalo entre las T_s de la composición polimérica y 50 °C por debajo de T_s , incluidos los puntos finales, mientras se dibuja la composición polimérica. Preferiblemente, la composición polimérica se enfría después de salir de la matriz de estirado antes del mecanizado.

10 El estirado hace que las largas cadenas poliméricas del material se alarguen (o se enderecen) y generalmente se alineen en la dirección del estirado para producir una estructura polimérica de cadena larga fibrosa generalmente alineada. Las cadenas poliméricas individuales o grupos de cadenas poliméricas pueden estar algo entrelazadas y también unidas mecánicamente entre sí, dando al material una gran resistencia y tenacidad que puede ser mayor que la del material plástico típico no orientado o incluso algunos tipos de maderas utilizadas para fabricar artículos conformados de madera.

15 Se pueden incorporar cargas y aditivos con el polímero orientable para hacer una composición polimérica orientable. Dichas cargas funcionan como impedimentos para la alineación de la cadena polimérica durante el estirado en estado sólido y tienen el efecto de introducir cavitación en el material a medida que las cadenas poliméricas se ven obligadas a deslizarse y separarse de las partículas durante su alargamiento. Tal cavitación reduce la densidad del material polimérico compuesto y puede afectar al mecanizado de la pieza bruta mecanizada de OPC en una estación de
 20 mecanizado. Las partículas de carga pueden variar en tamaño, forma y selección (mezclas) para controlar el nivel y el carácter de la cavitación y puede influir en el comportamiento y el resultado del mecanizado de la pieza bruta mecanizada de OPC (fuerza requerida, velocidad de textura de mecanizado, aspecto, etc.) Otros aditivos pueden incluir pigmentos, retardantes de fuego y otros aditivos conocidos en la técnica. Algunas de estas cargas, tales como retardantes de fuego, pueden comprender partículas duras y pueden tener un doble propósito beneficioso como
 25 retardante de fuego y como parte de, o todo, el componente de carga de la composición polimérica si se desea la cavitación del material.

Generalmente, la extensión de la cavitación (es decir, la cantidad de volumen vacío introducido debido a la formación de cavidades durante la orientación) es directamente proporcional a la concentración de carga. El aumento de la concentración de carga inorgánica aumenta la densidad de una composición polimérica, pero también tiende a
 30 aumentar la cantidad de volumen vacío resultante de la cavitación en la composición polimérica orientada. Las realizaciones particularmente deseables del presente artículo de composición polimérica orientada cargada tienen 25 por ciento en volumen (% en volumen) o más, preferiblemente 35 % en volumen o más, más preferiblemente 45 % en volumen o más volumen vacío e incluso 55 % en volumen o más basado en el volumen total de la composición polimérica.

35 Aunque sin desear quedar ligados a teoría alguna, se cree que el número y el tamaño de los sitios de propagación de grietas afectan las características de la superficie observadas en el mecanizado de la pieza de trabajo de OPC y puede depender de la manera de combinar o mezclar la carga con el termoplástico. Aunque el material que tiene cavidades o líneas de depósitos de carga concentrados que no están completamente combinados (mezclados) con el polímero puede ser una materia prima satisfactoria para artículos de OPC conformados, se cree que la materia prima bien
 40 mezclada, como se puede obtener al precombinar la carga y el polímero orientable, puede ser una materia prima preferida.

Se puede crear un volumen vacío adicional mediante el uso de agentes espumantes, ya sea exotérmicos o endotérmicos. En el presente documento, "agente espumante" incluye agentes químicos de expansión y productos de descomposición a partir de los mismos. Los agentes espumantes incluyen, pero no se limitan a la humedad introducida
 45 como parte de una carga, por ejemplo, harina de madera o arcilla, o por productos químicos que se descomponen bajo las condiciones de calentamiento del proceso de extrusión del tocho, Los agentes de expansión químicos incluyen los llamados agentes de expansión "azo", ciertos compuestos de hidrazida, semi-carbazida y nitrosos, hidrogenocarbonato sódico, carbonato sódico, hidrogenocarbonato de amonio y carbonato de amonio, así como mezclas de uno o más de estos con ácido cítrico o un ácido o derivado ácido similar. Otro tipo adecuado de agente
 50 expansor está encapsulado dentro de una cubierta polimérica. El agente de soplado se puede usar hasta al menos 1,5 % en peso de agente de soplado para lograr reducciones de densidad en comparación con un tocho de hasta el 20 % o incluso más. Medir el porcentaje en peso del agente de expansión en relación con el peso total de la composición polimérica orientada.

De acuerdo con una realización de la invención, la introducción de un volumen vacío adicional a través de agentes de
 55 soplado se puede utilizar para ayudar a controlar la apariencia de la superficie del artículo de OPC conformado por máquina. Se cree que la adición de agente de expansión conduce a una superficie con ranuras y desgarros reducidos en comparación con una OPC cargada equivalente hecha sin agente de expansión. Los solicitantes han encontrado una relación entre la relación de estirado lineal de la pieza extrudida de OPC, el módulo de flexión de la pieza de trabajo de OPC y la relación de contracción de la pieza de trabajo de OPC sobre las propiedades del artículo de OPC

conformado. Por ejemplo, si la orientación es muy baja, es decir, la relación de estirado lineal es menor que dos, el módulo de flexión es menor que 0,60 GPa o la relación de contracción es mayor que 0,8, dependiendo de otras características, la pieza de trabajo de OPC puede ser propensa a fallas frágiles en una dirección transversal a la dirección del estirado, dando como resultado dificultades en el mecanizado y la producción de un artículo de OPC conformado que tenga características superficiales aceptables.

Incluso cuando la pieza de trabajo de OPC tiene propiedades que hacen que la pieza de trabajo de OPC sea mecanizable y produce un artículo de OPC conformado con características estéticas adecuadas, el artículo de OPC conformado puede no ser adecuado para su uso en una aplicación particular. Por ejemplo, cuando la relación de estirado lineal es mayor que siete, el módulo de flexión es mayor que 4,0 GPa, o la relación de contracción es menor que 0,35, incluso si el artículo es mecanizable, el artículo de OPC conformado puede tener una fuerza de extracción del tornillo que es indeseablemente baja para algunas aplicaciones de recorte para las cuales se insertan tornillos en el extremo de una sección, para que la longitud del tornillo sea esencialmente co-lineal con la dirección del estirado. La pieza de trabajo de OPC puede formarse de manera que sea mecanizable para producir un artículo de OPC conformado que tenga las características de superficie deseadas, así como características adecuadas para una aplicación de construcción particular. Por ejemplo, la pieza de trabajo de OPC se puede formar y mecanizar para proporcionar un artículo conformado de OPC que tenga una fuerza de extracción mayor de 445 Newtons (100 libras), más preferiblemente mayor de 890 Newtons (200 libras), incluso más preferiblemente mayor de 1334 Newtons (300 libras de fuerza) y aún más preferiblemente más de 1779 Newtons (400 libras de fuerza) y puede ser incluso mayor. La extracción del tornillo se puede medir usando una máquina de prueba mecánica, es decir, un probador de tracción Instron de la siguiente manera: (a) insertar un tornillo de 6,35 cm (2 1/2 pulgadas) n.º 8 en la sección transversal de una tabla a una profundidad de 3,81 cm (1 1/2 pulgadas); (2) tirar del tornillo a una velocidad de 0,125 cm (0,5 pulgadas) por minuto y registrar la fuerza máxima medida durante la retirada del tornillo del tablero.

En algunas aplicaciones, puede haber un equilibrio entre la relación de estirado lineal, módulo de flexión, relación de contracción e intervalos de densidad que producen una pieza de trabajo de OPC que puede mecanizarse para proporcionar un artículo de OPC conformado que tenga las características estéticas deseadas y los intervalos que producen un artículo de OPC conformado que tenga las características estéticas deseadas en combinación con las características físicas que hacen que el artículo de OPC conformado sea adecuado para su uso en una aplicación específica. En una aplicación ejemplar, puede ser deseable sujetar, ya sea de forma permanente o para uso temporal, el artículo de OPC conformado a otro artículo usando un sujetador, como un tornillo, insertado en el extremo del artículo de OPC conformado, colineal con la dirección de orientación del artículo de OPC conformado. Si la fuerza requerida para quitar el sujetador ("fuerza de extracción") es demasiado baja, los artículos adjuntos pueden separarse, por ejemplo, bajo tensiones encontradas durante el envío y manejo. Los solicitantes han encontrado que en este tipo de supuesto, puede ser preferible proporcionar un artículo de OPC que tenga una orientación lo suficientemente baja como para que las cadenas poliméricas estén alineadas de manera incompleta con el eje del sujetador, permitiendo que el sujetador obtenga un mejor agarre del material que comprende el artículo. Por lo tanto, puede ser preferible en algunas aplicaciones, como la aplicación descrita anteriormente en la que el artículo de OPC se une a otro artículo utilizando un sujetador, que la relación de contracción sea mayor que 0,35, preferiblemente mayor que 0,40, o más, o el módulo de flexión es menor que 4,0, preferiblemente menor que 3,5 GPa, o menos. Al mismo tiempo, también puede ser preferible que el módulo sea mayor que 0,6 y preferiblemente mayor que 1 GPa, de modo que el artículo de OPC todavía pueda tener suficiente orientación para evitar la falla frágil del artículo. En algunos casos, puede preferirse que la densidad esté entre 0,65 y 1,0 g/cc para tener más material disponible para sujetar el tornillo.

Para otras aplicaciones, para las cuales la extracción del tornillo es menos importante, o la fijación se realiza en una dirección perpendicular a la dirección de orientación, se puede preferir tener el módulo de flexión lo más alto posible mientras se mantiene una mecanizabilidad aceptable. El módulo de flexión tan alto como 4 o incluso 5,5 GPa puede conducir a artículos de OPC conformados con características de superficie aceptables después del mecanizado y la relación de contracción puede ser tan baja como 0,35 o incluso 0,30 o incluso 0,25, dependiendo de las otras características de la pieza de trabajo de OPC, y aún así se obtiene una pieza de trabajo de OPC adecuada para el mecanizado. La densidad de la pieza de trabajo de OPC también puede ser tan baja como 0,65 g/cc, 0,6 g/cc, o 0,55 g/cc o incluso 0,5 g/cc en algunos casos, dependiendo de las otras características de la pieza de trabajo de OPC, y aún así se obtiene una pieza de trabajo de OPC adecuada para el mecanizado.

Si bien no se pretende estar limitado por ninguna teoría, los solicitantes han descubierto que la orientación excesiva de las cadenas poliméricas durante el proceso de estirado de matriz en estado sólido puede conducir a una pieza de trabajo de OPC que, cuando se mecaniza, puede tener una superficie fibrosa o una con ranuras y "desgarros" que no proporcionan la apariencia de mecanizado suave deseada. La relación de estirado lineal y el módulo de flexión son medidas relacionadas con la orientación de las cadenas poliméricas en la pieza de trabajo de OPC. Por lo tanto, se prefiere que la relación de estirado lineal sea menor que 7,0, preferiblemente menor que 6,5, más preferiblemente menor que 6,0, incluso más preferiblemente menor que 5,5, y aún más preferiblemente menor que 5 y se prefiere que la relación de estirado lineal sea mayor que 2, preferiblemente mayor que 2,5 y más preferiblemente mayor que 3. El módulo de flexión puede verse afectado por la relación de estirado lineal, y puede ser una medida de un grado promedio de orientación del material compuesto de polímero orientado. Es preferible que el módulo de flexión sea mayor que 0,50 GPa, más preferiblemente mayor que 0,6 GPa, aún más preferiblemente mayor que 1 GPa, e incluso

más preferiblemente mayor que 1,3 GPa mientras que simultáneamente es menor que 5,5 GPa preferiblemente menor que 4 GPa, más preferiblemente menor que 3,5 GPa, aún más preferiblemente menor que 3 GPa e incluso más preferiblemente menor que 2GPa. El módulo de flexión se puede medir de acuerdo con ASTM D-6109-05.

5 Otra medida de un producto orientado que puede variar con la orientación de las cadenas poliméricas incluye el grado en que el artículo se contrae a su longitud original cuando se calienta a una temperatura superior a su Tm. Debido a que es preferible para el mecanizado de piezas de trabajo de OPC que la orientación sea baja, es preferible que el grado de contracción al calentar también sea bajo, cuando se expresa como una relación de contracción (SR) como se define a continuación. La relación de contracción es alta cuando hay poca o ninguna pérdida de longitud en el calentamiento y baja cuando la pérdida en el calentamiento es alta. La relación de contracción es preferiblemente, 10 menor que 0,8, más preferiblemente menor que 0,7, incluso más preferiblemente menor que 0,6 y preferiblemente mayor que 0,25, más preferiblemente mayor que 0,30, incluso más preferiblemente mayor que 0,35, y aún más preferiblemente mayor que 0,40. La relación de contracción se mide cortando el artículo de OPC conformado a una longitud inicial L_{inic}, típicamente entre 10 cm (4 pulgadas) y 25 cm (10 pulgadas), colocando la pieza en un horno precalentado a 180 grados Celsius durante una hora, retirando la pieza del horno, permitiendo que se enfríe y grabando la longitud final L_{fin}. La relación de contracción (SR) es:

$$SR = L_{fin} / L_{inic}$$

Ejemplos:

Los siguientes ejemplos ilustran realizaciones de la presente invención y no necesariamente el alcance completo de la presente invención. Después del mecanizado, el artículo de OPC conformado puede caracterizarse por el módulo de flexión, densidad, relación de contracción, fuerza de extracción del tornillo y características de la superficie.

Proceso para preparar piezas de trabajo de OPC:

25 Las composiciones poliméricas orientables para los ejemplos 1-7 y el ejemplo comparativo 1 se prepararon alimentando componentes juntos en una relación en peso específica, ya sea como componentes individuales o como una combinación de composiciones precombinadas a una extrusora de acuerdo con las formulaciones enumeradas en la Tabla 1. Las composiciones poliméricas orientables para los ejemplos 1-7 y el ejemplo comparativo 1 tienen una temperatura de ablandamiento de aproximadamente 163 °C. El extrusor calienta y mezcla la composición polimérica orientable y luego extruye la composición a través de una matriz para producir un tocho de composición de OPC (pieza extrudida), que continúa a través de un calibrador y una estación de enfriamiento para estabilizar las dimensiones del tocho. El tocho se acondiciona térmicamente a una temperatura de estirado aproximadamente 20 °C por debajo de la temperatura de ablandamiento de la composición polimérica orientable.

35 El tocho de composición de OPC se alimenta continuamente a través de una matriz de estirado en estado sólido convergente utilizando arriadores, por ejemplo, extractores de oruga, para producir una pieza de trabajo de OPC. El tocho de OPC se estira a través de la matriz convergente a una velocidad de estirado de aproximadamente 6-10 pies por minuto. La matriz de estirado en estado sólido tiene un canal de conformación que converge, y preferiblemente converge continuamente, para producir la pieza de trabajo de OPC.

40 La pieza de trabajo de OPC resultante tiene dimensiones de sección transversal de aproximadamente 10 cm por 2,25 cm. Estas piezas de trabajo de dimensiones inicialmente variables se cepillan primero en una estación de mecanizado con dimensiones rectangulares consistentes de aproximadamente 9,5 cm x 2 cm. La pieza bruta mecanizada de OPC resultante se alimenta a una estación de mecanizado (máquina Profimet 23E con estaciones para cinco cabezales de mecanizado) y se mecaniza a una velocidad de herramienta de 6000 rpm con una velocidad de avance de la pieza de trabajo de 7 m/min (23 pies/min) a temperatura ambiente. Las piezas de trabajo están a temperatura ambiente. La caracterización de los artículos de OPC conformados y los resultados de la etapa de mecanizado se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1: Formulaciones de OPC:

n.º de ejemplo	PP Inspire 404	PP reciclado	Talco TC100	Carbonato de calcio	Agente espumante	PE
Ejemplos 1-7						
1	47,6			50	0,30	0,30

45

(continuación)

n.º de ejemplo	PP Inspire 404	PP reciclado	Talco TC100	Carbonato de calcio	Agente espumante	PE
Ejemplos 1-7						
2	47,6			50	0,30	0,30
3	47,5			50	0,26	0,26
4	47,4		50,1		0,25	0,25
5	47,4		50,1		0,25	0,25
6	42,7	4,8	50		0,25	0,25
7	42,7	4,8	50		0,25	0,25
Ejemplo Comparativo 1						
1	48,0		46			

El polipropileno (PP) Inspire D404 es suministrado por The Dow Chemical Co, Midland MI.

PP - PP 1020 - SC0655885 reciclado con un flujo de fusión de 6-10 g/10 min y fue suministrado por Muehlstein US, Norwalk CT. Talco TC100 es suministrado por Imerys, Sociedad Anónima, París, Francia.

Carbonato de calcio grado n.º 10 blanco, suministrado por Imerys, Sociedad Anónima, París, Francia.

5 El agente espumante es F-07 suministrado por KibbeChem Inc, Elkhart Indiana

El polietileno es de grado Paxon EA55-003 de Exxon.

Las unidades son el porcentaje en peso de la formulación total, incluso para lubricante (abajo).

Los ejemplos 1 y 2 tenían 1,8 % en peso de lubricante con los restantes ejemplos 3-7 y el ejemplo comparativo 1 con 2 % en peso de lubricante. El lubricante fue Baerolub W94112Tx suministrado por Baerlocher USA, Cincinnati, OH. El

10 ejemplo comparativo 1 incluye 4 % en peso de concentrado de color PH73642637 de Clariant.

Tabla 2: Estirado y características de la pieza de trabajo:

n.º de ejemplo	Relación de estirado lineal	Densidad (g/cc)	MOE* (GPa)	relación de contracción
Ejemplos 1-8				
1	3,5	0,61	1,03	0,595
2	4,25	0,65	1,79	0,530
3	6,25	0,53	1,42	0,412
4	3,5	0,77	1,35	0,446
5	4	0,67	1,61	0,432
6	5	0,63	1,91	0,320
7	5,5	0,62	2,04	0,327

(continuación)

n.º de ejemplo	Relación de estirado lineal	Densidad (g/cc)	MOE* (GPa)	relación de contracción
Ejemplo Comparativo 1				
1	7,5	0,74	4,18	0,250
*Módulo de flexión medido por ASTM D-6109-05.				

Resultados de mecanizado para los ejemplos 1-7 y el ejemplo comparativo 1:

La Tabla 3 resume los resultados del mecanizado de las piezas brutas mecanizadas de OPC de los Ejemplos 1-7 y el Ejemplo comparativo 1 en una forma similar a la ilustrada en la Figura 5. Se mecanizaron de dos a cuatro piezas brutas mecanizadas de OPC en cada conjunto de condiciones y se clasificaron según la mecanizabilidad y las características de la superficie. Se informa la calificación promedio. Una calificación de cinco para la Clasificación de apariencia superficial (Rs) significa que la superficie está lisa y libre de cadenas visibles en la superficie a simple vista, así como termina el corte. Un Rs de 1 indica gubias y cadenas grandes visibles a 1 metro a simple vista. Las clasificaciones de apariencia superficial Rs entre 2 y 5 se dan para una calidad de superficie intermedia. Por ejemplo, un Rs de 5, 4, 3 o 2 significa que los defectos de la superficie no son visibles a una distancia de visualización de 0,25 metros, 0,5 metros, 0,75 metros y 1 metro respectivamente a simple vista. Una calificación de mecanizabilidad (Rm) de 5 indica muy buen mecanizado y Rm de 1 indica dificultades en el mecanizado, por ejemplo, "máquina atascada" o dificultades que producen gubias y similares en la apariencia de la superficie. Rm intermedio entre 2 y 5 se dan para mecanizabilidad intermedia. La calificación de aceptación general Ra es la suma del componente de calificación de apariencia superficial Rs y el componente de calificación de mecanizabilidad Rm.

15

Tabla 3: Resultados de mecanizado:

n.º de ejemplo	Calificación de Rs	Calificación de Rm	Calificación de Ra	Rendimiento de mecanizado
Ejemplos 1-7				
1	5	5	10	Muy buen mecanizado, superficie lisa.
2	4	3,5	7,5	OK mecanizado, hebras más grandes cortadas desde el lado del perfil del operador; cara bien, corte profundo bien.
3	4	4	8	Mecanizado bien; hebras más grandes que el ejemplo 1, pero acabado en el tablero estaba bien.
4	5	5	10	Muy buen mecanizado, canal profundo bueno.
5	3,5	3,5	7	Buen mecanizado; el canal profundo tiene un corte más áspero pero es aceptable. La superficie está bien.
6	2	2	4	El canal está bien, pero áspero; sin tolerancias en el borde cerca del corte profundo; No es una pieza totalmente deseable.
7	3	3	6	Material más fibroso cortado (no se deja en la superficie); el corte profundo es más grueso, Rendimiento de mecanizado menos aceptable.
Ejemplo Comparativo 1				
1	1	1	3	La máquina se atascó cuando se alimentó; el canal profundo estaba abierto y no era aceptable; el tablero completo no logró pasar.

- Como se ilustra en la Tabla 3, Los ejemplos 1 y 4 tuvieron muy buen rendimiento de mecanizado, que, como se ilustra en la Tabla 2, corresponden a artículos que tienen un grado deseado de orientación del polímero según se caracteriza por una combinación de relación de estirado lineal, densidad, módulo de flexión y relación de contracción. Los resultados para los ejemplos 2-3 y 5-7 ilustran cómo los resultados de mecanizado pueden variar según el grado de orientación del polímero, según se caracteriza por una combinación de relación de estirado lineal, densidad, módulo de flexión y relación de contracción, varía mientras se proporciona un artículo que se puede mecanizar con resultados aceptables. El ejemplo comparativo 1 ilustra cómo los resultados de mecanizado de un artículo pueden volverse inaceptables a medida que el grado de orientación del polímero queda fuera de un intervalo predeterminado según se caracteriza por una combinación de relación de estirado lineal, densidad, módulo de flexión y relación de contracción.
- Como se puede ver con el ejemplo comparativo 1, mientras que la densidad y el módulo de flexión pueden estar dentro del intervalo que puede proporcionar artículos con un rendimiento de mecanizado aceptable, la relación de estirado lineal y la relación de contracción están fuera de los intervalos esperados para proporcionar un rendimiento de mecanizado aceptable y, por lo tanto, el artículo del Ejemplo comparativo 1 no fue útil para el mecanizado, ya que atascaba la máquina y tenía grandes defectos superficiales.
- La composición del material puede incluir cargas tales como carbonato de calcio, hidróxido de magnesio o talco y puede incluir un agente espumante y aditivos adicionales. Los solicitantes creen que las características de la superficie observadas en el mecanizado de la pieza de trabajo de OPC también pueden depender de la cantidad de agente espumante y de la forma de combinar o mezclar la carga en el termoplástico. La cantidad y las propiedades físicas, por ejemplo, tamaño de partícula, de los aditivos también pueden afectar el resultado de la apariencia de la superficie al introducir puntos débiles, líneas o planos que pueden alterar la forma en que el material sale a la superficie. Por ejemplo, al mecanizar en condiciones similares, una pieza de trabajo de OPC cargada de talco o una pieza de trabajo de hidróxido de magnesio puede tener una apariencia superficial diferente.
- Otros factores de procesamiento como la temperatura de mecanizado y la velocidad de mecanizado también pueden afectar las características de la superficie. Los solicitantes han descubierto que uno o más de los factores anteriores (grado de combinación, tipo de aditivos, cantidad de aditivos, tipo y mezcla de polímero, temperatura de mecanizado, etc.) pueden emplearse para controlar la apariencia de la superficie mecanizada. Además, variables de funcionamiento de la máquina, por ejemplo, rpm de la herramienta, geometría de herramienta, la velocidad de alimentación del tablero de OPC a través de las herramientas, y similares se pueden variar para lograr el aspecto deseado para una aplicación particular.
- Los ejemplos 8a y 8b siguieron el mismo procedimiento descrito anteriormente usando la composición polimérica del ejemplo 1 dibujada usando una relación de estirado lineal más alta que la usada para el ejemplo 1 anterior. Las piezas brutas mecanizadas de OPC se mecanizaron utilizando una máquina de moldeo Profimet con cinco cabezales de mecanizado a una velocidad de herramienta de 7500 RPM, en lugar de la velocidad de herramienta de 6000 rpm utilizada para los Ejemplos 1-7 anteriores. La caracterización de los artículos de OPC conformados y los resultados del paso de mecanizado se muestran en la Tabla 4. Como se puede observar en la Tabla 4, el aumento de la relación de estirado lineal dio como resultado un aumento en la densidad y el módulo de flexión del artículo de OPC y un aumento en la relación de contracción. El rendimiento de mecanizado para los Ejemplos 8a y 8b fue peor que para el Ejemplo 1. Los ejemplos 1 y 8a y 8b ilustran que para una formulación dada, la relación de estirado lineal y, por lo tanto, la densidad, módulo de flexión y relación de contracción, pueden variarse para proporcionar un artículo que tenga el rendimiento de mecanizado y la estética de acabado deseados. Si bien el rendimiento de mecanizado de los Ejemplos 8a y 8b fue peor que para el Ejemplo 1, Los resultados muestran que los artículos de OPC conformados aún pueden fabricarse incluso a altas velocidades de herramienta de 7500 RPM.

Tabla 4: Ejemplos 8a y 8b:

n.º de ejemplo	Relación de estirado lineal	Densidad (g/cc)	MOE* (GPa)	relación de contracción	Rs	Rm	Ra	Rendimiento de mecanizado
8a	6-6,5	0,71	3,02	0,32	3	3	7,0	La superficie para todas las muestras es más rugosa y más marcada que los materiales fabricados con una relación de estirado lineal más baja.
8b	6-6,5	0,75	2,58	0,30				

*Módulo de flexión medido por ASTM D-6109-05.

- Los resultados para los Ejemplos 1-7 y 8a y 8b ilustran composiciones que pueden proporcionar artículos de OPC con una densidad entre 0,5 g/cc y 1,0 g/cc, módulo de flexión entre 0,60 y 5,5 GPa y relación de contracción entre 0,30 y

- 0,8 que puede proporcionar una pieza de trabajo de OPC que puede mecanizarse sin que se produzcan desgarros sustanciales o fibrillas sueltas en la superficie y sin enrollar o envolver las fibras de plástico alrededor de una herramienta rotatoria. Los resultados para los ejemplos 1-7 y 8a y 8b ilustran una relación entre cuán orientada y fibrosa es una pieza de trabajo de OPC y la capacidad de esa pieza de trabajo para ser mecanizada para producir un artículo que tenga las características deseadas identificadas por los solicitantes. Los solicitantes han encontrado que solo una porción limitada del intervalo de densidad, intervalo de módulo de flexión e intervalo de relación de contracción, que se relaciona con la cantidad de orientación en la pieza de trabajo de OPC y con la relación de estirado lineal utilizada al producir la pieza de trabajo de OPC, es adecuada para el mecanizado con herramientas utilizadas en el mecanizado de artículos de madera reales, como una rebajadora o alisadora. Los ejemplos 1-7 ilustran que una pieza de trabajo se formó utilizando una relación de estirado lineal en el intervalo de 3,5-6,25, y teniendo una densidad en el intervalo de 0,53-0,77 g/cc, un módulo de flexión en el intervalo de 1,03-2,04 y una relación de contracción en el intervalo de 0,320-0,595 pueden ser adecuados en diversos grados para el mecanizado de manera similar a la madera real. Los ejemplos 8a y 8b ilustran que incluso cuando la relación de estirado lineal aumenta hasta 6,5 y el módulo de flexión aumenta por encima de 3,0, todavía se puede producir una pieza de trabajo mecanizable.
- 15 Los procesos y composiciones descritos en este documento pueden usarse para proporcionar artículos de OPC conformados hechos de composiciones de polímeros orientados que pueden mecanizarse para proporcionar una variedad de formas y tienen la apariencia estética y las capacidades de mecanizado deseadas para ser útiles como sustitutos de artículos de madera, por ejemplo, como artículos conformados decorativos o intrincados o en otras aplicaciones de construcción que requieren artículos de madera mecanizados. Los presentes procesos y composiciones proporcionan un artículo de OPC que se puede producir mediante un proceso de estirado a la tracción y se puede mecanizar para producir artículos conformados utilizando herramientas de trabajo de madera continuas estándar, como cepilladoras (regruesadoras), rebajadoras y moldeadoras, por ejemplo, que pueden tener una forma continua en la dirección longitudinal de la pieza de trabajo y está sustancialmente libre de defectos en la superficie trabajada del artículo. Además, los procesos y composiciones actuales abordan varios desafíos encontrados por otros materiales compuestos como el alto peso, alto coeficiente de expansión térmica (CTE) y reventón, por ejemplo.

Como se describe en el presente documento, la cantidad de orientación en una pieza bruta mecanizada de OPC se puede ajustar en función de la composición polimérica, nivel de carga, diseño de matriz, relación entre el área de la sección transversal del tocho y el área de la sección transversal de la salida de la matriz, temperatura de estirado y cantidad de agente espumante utilizado para formar la pieza de trabajo de OPC, para producir una densidad deseada, módulo de flexión y/o relación de contracción de la pieza bruta mecanizada de OPC para proporcionar un artículo adecuado para el mecanizado de manera similar a la pieza bruta mecanizada de madera tradicional. La densidad, el módulo de flexión y la relación de contracción se pueden proporcionar según se desee basado en los materiales, tales como el tipo y las cantidades relativas de polímeros y cargas orientables para afectar la cantidad de orientación en la pieza bruta mecanizada de OPC y, por lo tanto, afectar a la mecanizabilidad de la pieza bruta mecanizada. La mecanizabilidad de la pieza bruta para una formulación dada puede verse afectada aún más según la relación de estirado lineal utilizada para formar la pieza de trabajo de OPC.

Además, los procesos y composiciones descritos en este documento pueden proporcionar una pieza bruta mecanizada de OPC que es adecuada para el mecanizado a cualquier profundidad dentro de la pieza bruta y desde cualquier lado de la pieza, y que disminuye la aparición de fibrilación de la superficie y el desgarro durante el mecanizado y también puede disminuir la aparición de reventón durante la fijación del artículo durante el uso. Tal como se ha descrito anteriormente, la fibrilación de la superficie puede ocurrir cuando un artículo de OPC típico se corta con una sierra o se mecaniza por cualquiera de varias técnicas de carpintería. El "desgarro" es cuando, durante el proceso de mecanizado, se produce una fibrilla o grupo de fibrillas en la superficie cortada o mecanizada que, cuando se tira, puede despegarse o "astillarse" lejos de las cadenas poliméricas alineadas vecinas dejando un espacio en la superficie. El reventón puede ocurrir cuando se insertan tornillos y se rompen piezas de material, como puede ocurrir si el material es demasiado frágil.

La técnica anterior ha utilizado un proceso que produce un artículo con una capa superficial modificada para tratar de abordar problemas de fibrilación superficial. Sin embargo, estos métodos basados en la superficie limitan la medida en que el artículo puede mecanizarse en términos de la profundidad y/o el número de lados del artículo que pueden mecanizarse. Por ejemplo, estos procesos basados en capas generalmente solo afectan a la superficie del artículo a una profundidad del orden de micrómetros, como 80-400 micrómetros, como se desvela en la publicación de EE.UU. n.º 2009/0155534, de O'Brien et al. Esta limitación en la profundidad del tratamiento simplemente no es práctica para un artículo que se mecanizará utilizando técnicas de carpintería en las que los cortes pueden variar desde milímetros de profundidad hasta varias pulgadas y hasta la profundidad total del artículo. Estos métodos también pueden dar como resultado etapas de procesamiento adicionales que pueden aumentar el tiempo y el coste de fabricación. En cambio, los procesos y composiciones actuales proporcionan un artículo que puede mecanizarse a cualquier profundidad dentro del artículo y desde cualquier lado del artículo. Los artículos de OPC conformados de la presente invención también se pueden proporcionar con una fuerza de tracción de tornillo adecuada para su uso en aplicaciones de recorte de una manera similar a la de la madera real para disminuir la aparición de reventones durante la fijación.

Además, los presentes artículos son más adecuados para su uso con herramientas de conformación de mayor

5 velocidad típicamente utilizadas en procesos de mecanizado de madera que los artículos que intentan abordar la
 10 fibrilación usando un recubrimiento o capa de superficie. La capacidad de mecanizar piezas brutas mecanizadas de
 OPC de la presente invención a velocidades más altas más similares a las velocidades de procesamiento utilizadas
 con madera real puede aumentar el rendimiento, disminuyendo los tiempos de producción. Los procesos y
 composiciones descritos en este documento minimizan aún más el tintineo de la herramienta y el devanado de fibras
 de plástico alrededor de una herramienta rotatoria durante el procesamiento a alta velocidad, facilitando aún más la
 sustitución de los presentes artículos por madera real. El tintineo está relacionado con la vibración de la máquina o la
 pieza de trabajo y puede disminuir la precisión de la operación de mecanizado, y también puede acortar la vida útil de
 la máquina. El ruido generado puede conducir a un ambiente de trabajo inaceptablemente ruidoso, que requiere un
 equipo de protección personal adicional para el trabajador.

15 Los presentes artículos también proporcionan un artículo que puede ser un artículo sin celulosa de modo que no se
 pudra y pueda formularse para ser más resistente a los efectos de la exposición a los rayos UV que la madera, mientras
 que tiene mayor fuerza y resistencia a la falla por flexión o impacto que los materiales plásticos convencionales. Tal
 artículo puede tener la ventaja adicional sobre otros materiales plásticos de sustitución de madera de no requerir
 20 agujeros de clavos piloto para evitar la división cuando se clava o atornilla y puede ser altamente resistente a la división
 o rotura cuando se flexiona o impacta (golpe fuerte de un martillo, tráfico peatonal, etc.) debido a la integridad de la
 estructura polimérica de cadena larga estirada del material. Debido a que el artículo preferiblemente no contiene
 celulosa (incluidas las cargas de celulosa) y puede ser resistente a la absorción de humedad, el material también es
 25 menos susceptible a la deformación o al moho como resultado de la exposición prolongada a la humedad, y puede
 protegerse aún más contra el daño de los insectos (por ejemplo, termitas). Además, dicho artículo puede producirse
 usando cargas y pigmentos para producir un artículo con un color uniforme en todo el artículo, y también puede
 pintarse. Por lo tanto, el fabricante o consumidor, según se desee, puede alterar la coloración del producto. Por otro
 lado, el material polimérico puede ser precoloreado durante la fabricación para revelar una superficie mecanizada
 simple o multicolor (por ejemplo, jaspeada) que puede, por ejemplo, tener la apariencia de madera desgastada en el
 momento del agarre.

30 Otra característica del presente artículo es que después del mecanizado puede tratarse posteriormente para mejorar
 o alterar el aspecto final. Por ejemplo, la superficie mecanizada del artículo de OPC que puede contener cierto grado
 de fibras elevadas relativamente borrosas u otras imperfecciones pueden procesarse adicionalmente después
 del mecanizado mediante, por ejemplo, lijado y/o cepillado y/o tratamiento con llama de la superficie para controlar la
 35 textura resultante y lograr el aspecto deseado mientras se mantiene el aspecto de la superficie exterior. Una ventaja
 adicional de este tratamiento puede ser su uso para reducir en la superficie mecanizada las indicaciones de gubias
 (desgarro) o fibras en exceso en el producto cuya superficie es inferior a la calidad deseada.

Las realizaciones adicionales que pueden incluirse aquí incluyen:

35 Un artículo de producto de construcción útil para aplicaciones de recorte comprende un artículo conformado que tiene
 longitud, anchura y espesor en el que el espesor es menor que el de las dimensiones de longitud o anchura asociadas,
 en donde al menos una superficie ha sido mecanizada (rebajada, cepillada (regruessada), etc.) de modo que una
 porción del artículo conformado de OPC se reduce en espesor a lo largo de al menos una porción de la longitud del
 artículo y en donde la densidad del artículo conformado está entre 0,5 g/cc y 1,0 g/cc y la superficie está libre de
 defectos (por ejemplo, gubias o "desgarros" o fibrillas) visibles a simple vista.

40 Realizaciones adicionales, del artículo conformado incluyen uno o más de los siguientes: (a) el artículo de OPC
 conformado comprende carga; (b) el artículo de OPC conformado comprende polietileno o polipropileno; (c) la relación
 de contracción del artículo de OPC conformado está entre 0,30 y 0,8 (incluidos los puntos finales); (d) la fuerza de
 extracción del tornillo del artículo de OPC conformado es mayor que 890 Newtons (200 libras de fuerza); (e) la
 45 densidad del artículo de OPC conformado es mayor que 0,5 g/cc y menor que 0,9 g/cc; (f) el módulo de flexión del
 artículo de OPC conformado es mayor que 0,60 GPa y menor que 4,0 GPa; (g) el módulo de flexión del artículo de
 OPC conformado es mayor que 0,60 GPa y menor que 3,5 GPa; (h) el módulo de flexión del artículo de OPC
 conformado es mayor que 1,0 GPa y menor que 4,0 GPa; (i) el módulo de flexión del artículo de OPC conformado es
 mayor que 1,0 GPa y menor que 3,5 GPa; y (j) el artículo de OPC conformado comprende aditivos que incluyen pero
 no se limitan a agentes espumantes, estabilizadores y retardantes de fuego. El artículo conformado puede ser una
 50 pieza de recorte decorativa, cuyos ejemplos no limitativos incluyen moldura o moldeo, o una parte funcional, por
 ejemplo, una placa de soporte para una solera o umbral de aluminio extrudido. En una realización particularmente
 preferida, un artículo de OPC conformado de carga comprende polietileno o polipropileno y una carga inorgánica en
 la que la cantidad de carga, (basado en el peso de la composición del polímero) es mayor que 25 % en peso y menor
 que 60 % en peso.

55 En otra realización, la invención es un proceso para producir un artículo de OPC conformado que comprende las
 etapas de (a) proporcionar una composición polimérica extrudida condicionada a la temperatura a una matriz de
 estirado en estado sólido; (b) estirar esa composición para producir una pieza de trabajo de composición polimérica
 orientada; (c) proporcionar la pieza de trabajo de OPC a un dispositivo de mecanizado que comprende una o más
 máquinas herramienta; y (d) mecanizar la pieza de trabajo de OPC para producir una superficie que se ha reducido

en espesor mediante la eliminación de material utilizando herramientas de mecanizado para producir un artículo conformado de composición polimérica orientada; y que comprende además la etapa opcional (e) recortar la pieza de trabajo de OPC a una sección transversal inicial que puede ocurrir antes de la etapa (c).

- 5 En otras realizaciones preferidas, el proceso puede tener una o más de una de las siguientes características adicionales: (a) la composición polimérica se estira de modo que la relación de estirado lineal esté entre 2,5 y 7; (b) la velocidad de rotación del dispositivo de mecanizado de alta velocidad está entre 2.000 rpm y 12.000 RPM; (c) el dispositivo de mecanizado de alta velocidad comprende múltiples cabezales de mecanizado; (d) el recorte de la pieza de trabajo de OPC a una sección transversal deseada y el mecanizado de la pieza de trabajo de OPC a un artículo conformado de OPC se logran en una pasada a través de los cabezales de mecanizado de alta velocidad; (e) la pieza de trabajo de OPC comprende carga; y (f) la velocidad de alimentación de la pieza de trabajo al dispositivo de mecanizado es superior a 4 metros por minuto.

- 10 En realizaciones preferidas, la composición polimérica se estira de modo que la relación de estirado lineal esté entre 3 y 4,5 o entre 4,5 y 7. En otras realizaciones preferidas más, la densidad de la pieza de trabajo está entre 0,5 y 0,65 g/cc o entre 0,65 y 1,0 g/cc dependiendo de si el método deseado de fijación del artículo de OPC conformado es perpendicular a la dirección del estirado o colineal a la dirección del estirado, respectivamente.

Los artículos de OPC conformados de la invención se pueden usar como artículos decorativos interiores o exteriores en edificios o componentes de conjuntos utilizados en edificios, cuyos ejemplos no limitativos incluyen moldura, moldeo, moldeo de ladrillo, soleras, piezas de soporte para umbrales, lineales de puerta o ventana, piezas de recorte de esquina u otros componentes de aberturas de ventana, puerta u otras aberturas de fenestración.

- 20 En la medida en que aún no se ha descrito, las diferentes características y estructuras de las diversas realizaciones pueden usarse en combinación entre sí según se desee. El hecho de que una característica puede no ilustrarse en todas las realizaciones no debe interpretarse como que no puede ser, sino que se ha hecho así por brevedad de la descripción. Por lo tanto, las diversas características de las diferentes realizaciones se pueden mezclar y combinar según se desee para formar nuevas realizaciones, si las nuevas realizaciones se desvelan o no expresamente.
- 25 Aunque la invención se ha descrito en relación con realizaciones específicas de la misma, debe entenderse que esto es a modo de ilustración y no de limitación. Son posibles variaciones y modificaciones razonables dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo (10, 80) formado a partir de una composición polimérica orientada (OPC) en todo su volumen y que tiene dimensiones de longitud, anchura y espesor (16, 14, 12, 88, 86, 84) en las que las dimensiones de anchura y espesor (14, 12, 86, 84) son menores que la dimensión de longitud (16, 88), en el que al menos una superficie ha sido mecanizada de modo que una parte del artículo (10, 80) se reduzca en al menos una de las dimensiones de anchura o espesor (14, 12, 86, 84) a lo largo de al menos una parte de la dimensión de longitud (16, 88) del artículo (10, 80) y en el que la densidad del artículo (10, 80) está entre 0,5 g/cc y 1,0 g/cc y la relación de contracción es 0,3 o mayor y menor que 0,8 y en el que un módulo de flexión del artículo (10, 80) está entre 0,50 GPa y 5,5 GPa.
2. El artículo (10, 80) de la reivindicación 1 en el que la OPC comprende además al menos una carga que comprende una carga inorgánica, carga orgánica o una combinación de ambas, y en el que la al menos una carga comprende entre aproximadamente 25 % en peso y 60 % en peso del artículo (10, 80), y en el que la OPC comprende polietileno, polipropileno, polietileno reciclado o polipropileno reciclado, o una combinación de los mismos.
3. El artículo (10, 80) de la reivindicación 1, en el que la al menos una superficie ha sido mecanizada de modo que el artículo (10, 80) se reduce en al menos una de las dimensiones de anchura o espesor (14, 12, 86, 84) a lo largo al menos una porción de la dimensión de longitud (16, 88) en al menos un 5 % en comparación con una dimensión máxima de anchura o espesor (14, 12, 86, 84) del artículo (10, 80), respectivamente.
4. El artículo (10, 80) de la reivindicación 1, en el que al menos una superficie ha sido mecanizada de manera que una parte del artículo (10, 80) se reduce en al menos una de las dimensiones de anchura o espesor (14, 12, 86, 84) a lo largo de al menos una porción de la dimensión de longitud (16, 88) del artículo (10, 80) en al menos 400 micrómetros en comparación con una dimensión máxima de anchura o espesor (14, 12, 86, 84) del artículo (10, 80), respectivamente.
5. El artículo (10, 80) de la reivindicación 1 en el que la reducción en al menos una de las dimensiones de anchura o espesor (14, 12, 86, 84) a lo largo de al menos una parte de la dimensión de longitud (16, 88) del artículo (10, 80) forma un perfil externo en el artículo (10, 80) útil como componente de recorte interior o exterior en aplicaciones de construcción.
6. Una estructura de construcción que incluye al menos un componente que comprende el artículo (10, 80) de la reivindicación 1.
7. La estructura de construcción de la reivindicación 6, en el que el artículo (10, 80) está presente como un componente de un conjunto para una abertura de ventana, puerta o fenestración.
8. Un proceso para hacer un artículo conformado por máquina (10, 80) a partir de una composición polimérica orientada (OPC), el artículo conformado por máquina (10, 80) se forma a partir de la OPC en todo su volumen, comprendiendo el proceso:
 - (a) proporcionar una composición polimérica extrudida condicionada a la temperatura a una matriz de estirado en estado sólido;
 - (b) estirar la composición polimérica en una relación de estirado lineal inferior a 7,0 para producir una pieza de trabajo de OPC (11, 82);
 - (c) proporcionar la pieza de trabajo de OPC (11, 82) a un dispositivo de mecanizado que comprende una o más máquinas herramienta; y
 - (d) mecanizar la pieza de trabajo de OPC (11, 82) para producir una superficie que ha reducido su espesor (12, 84) mediante la eliminación del material utilizando herramientas de mecanizado para producir un artículo conformado por máquina de OPC (10, 80).
9. El proceso de la reivindicación 8, en el que la composición polimérica se estira de manera que la relación de estirado lineal esté entre 2,5 y 6,5.
10. El proceso de la reivindicación 8, en el que la velocidad de rotación de al menos una de las máquinas herramienta está entre 2000 RPM y 12.000 RPM.
11. El proceso de la reivindicación 8, en el que múltiples máquinas herramienta logran el mecanizado de la pieza de trabajo de OPC (11, 82) en una pasada a través de las máquinas herramientas.
12. El proceso de la reivindicación 8, en el que el artículo de OPC conformado por máquina (10, 80) comprende una carga inorgánica, una carga orgánica, o una combinación de ambas, y en el que la OPC comprende polietileno, polipropileno, polietileno reciclado, polipropileno reciclado, o una combinación de los mismos.

13. El proceso de la reivindicación 8, en el que el mecanizado de la pieza de trabajo de OPC (11, 82) comprende reducir al menos una de una dimensión de anchura (14, 86) o una dimensión de espesor (12, 84) del artículo (10, 80) mediante la eliminación de material usando una o más máquinas herramienta a una profundidad de al menos 400 micrómetros.
- 5 14. El proceso de la reivindicación 8, que comprende además recortar la pieza de trabajo de OPC (11, 82) a una dimensión de sección transversal inicial antes de proporcionar la pieza de trabajo de OPC (11, 82) al dispositivo de mecanizado.

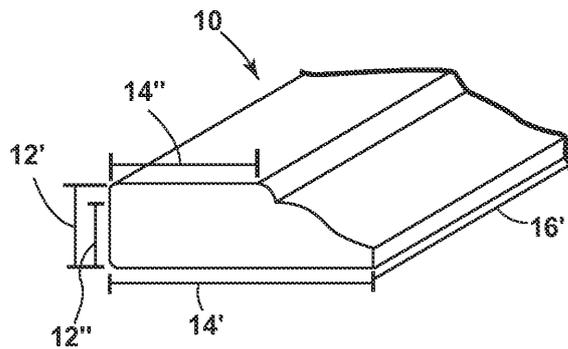
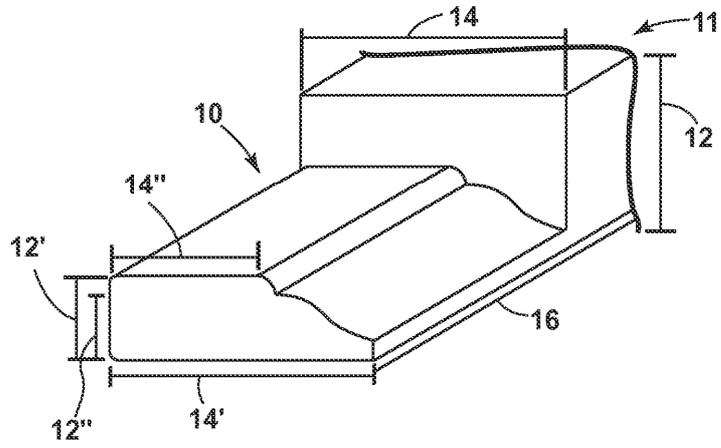


FIG. 2A

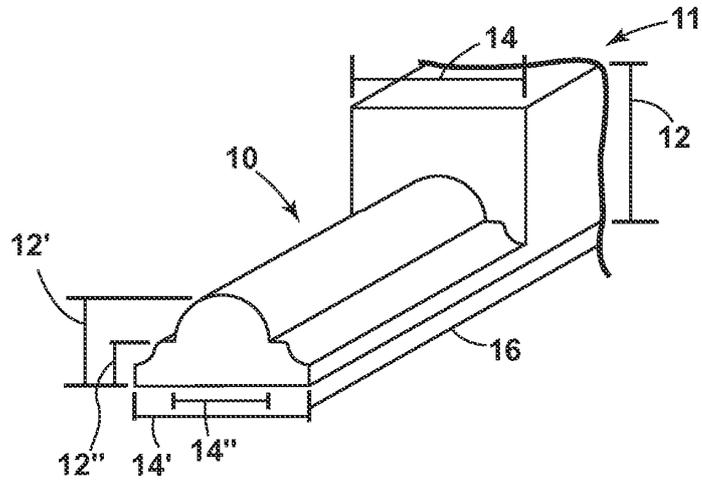
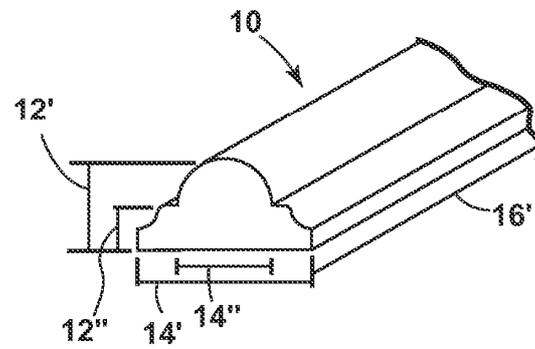


FIG. 2B



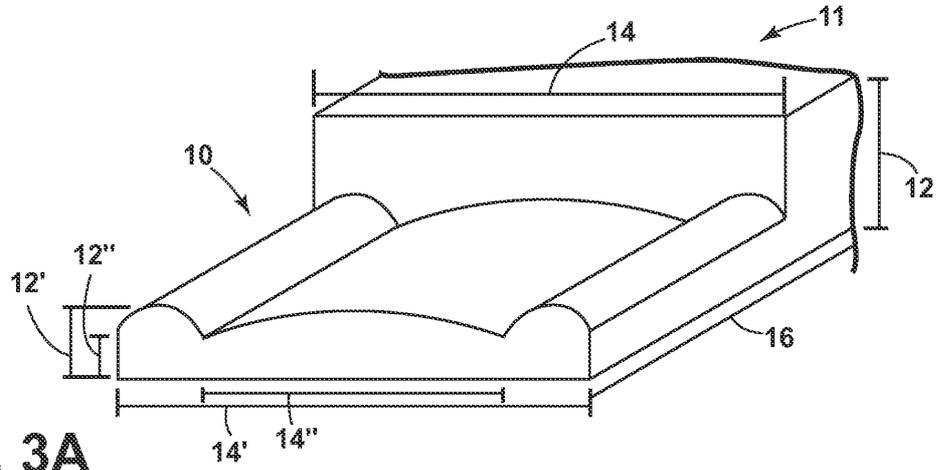


FIG. 3A

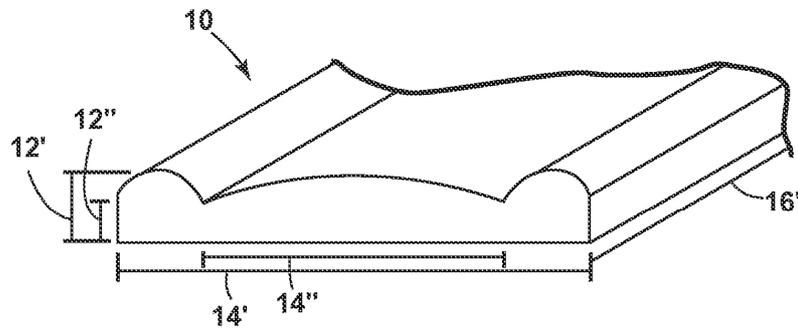


FIG. 3B

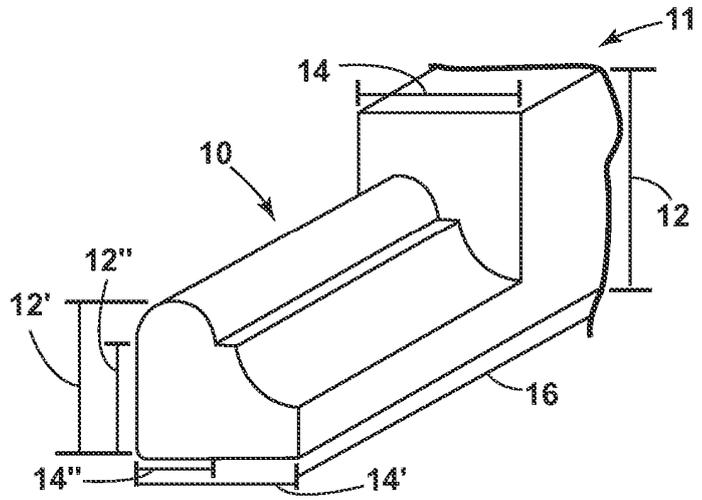


FIG. 4A

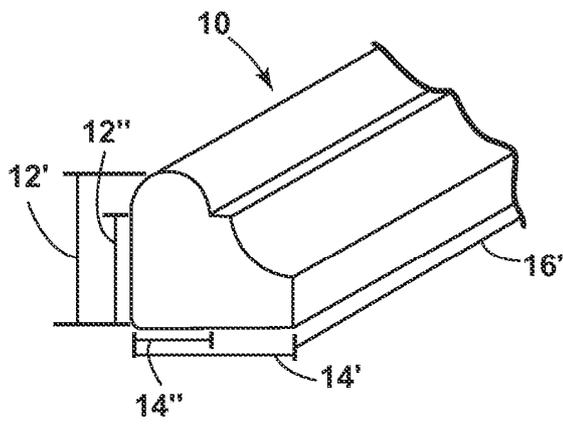


FIG. 4B

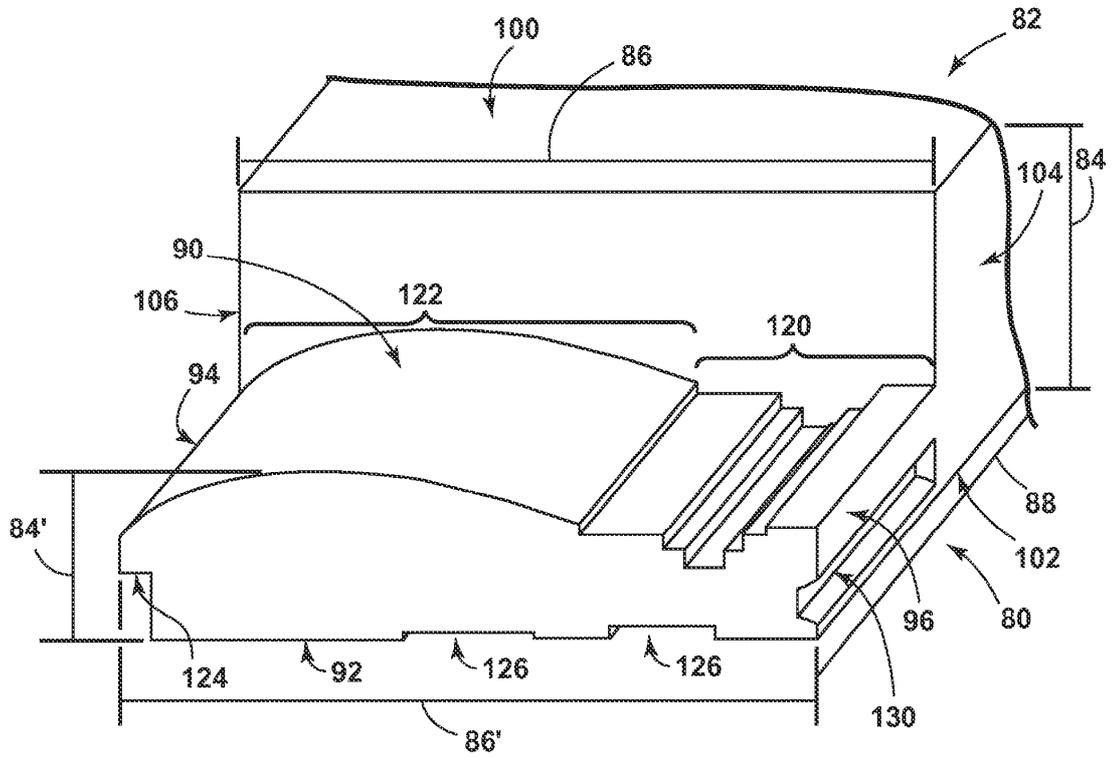


FIG. 5A

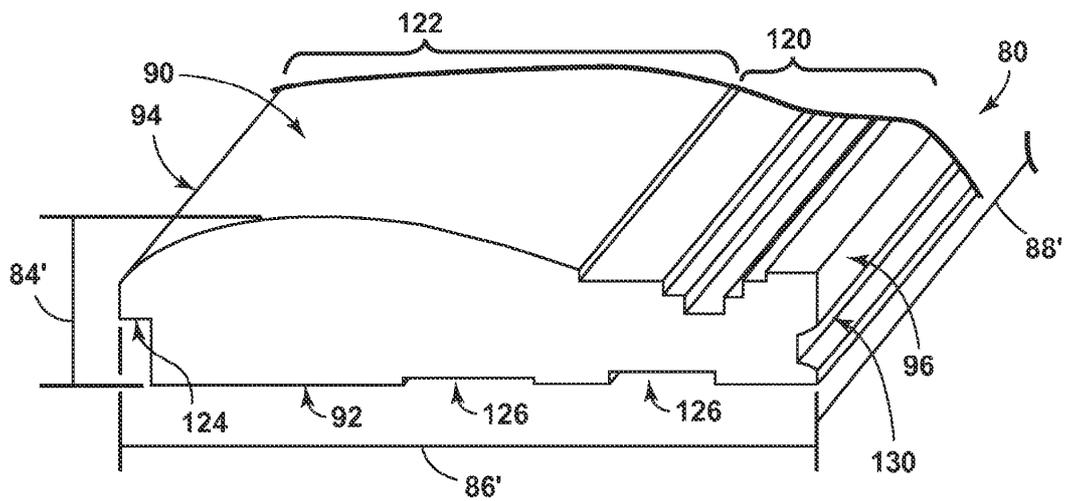


FIG. 5B

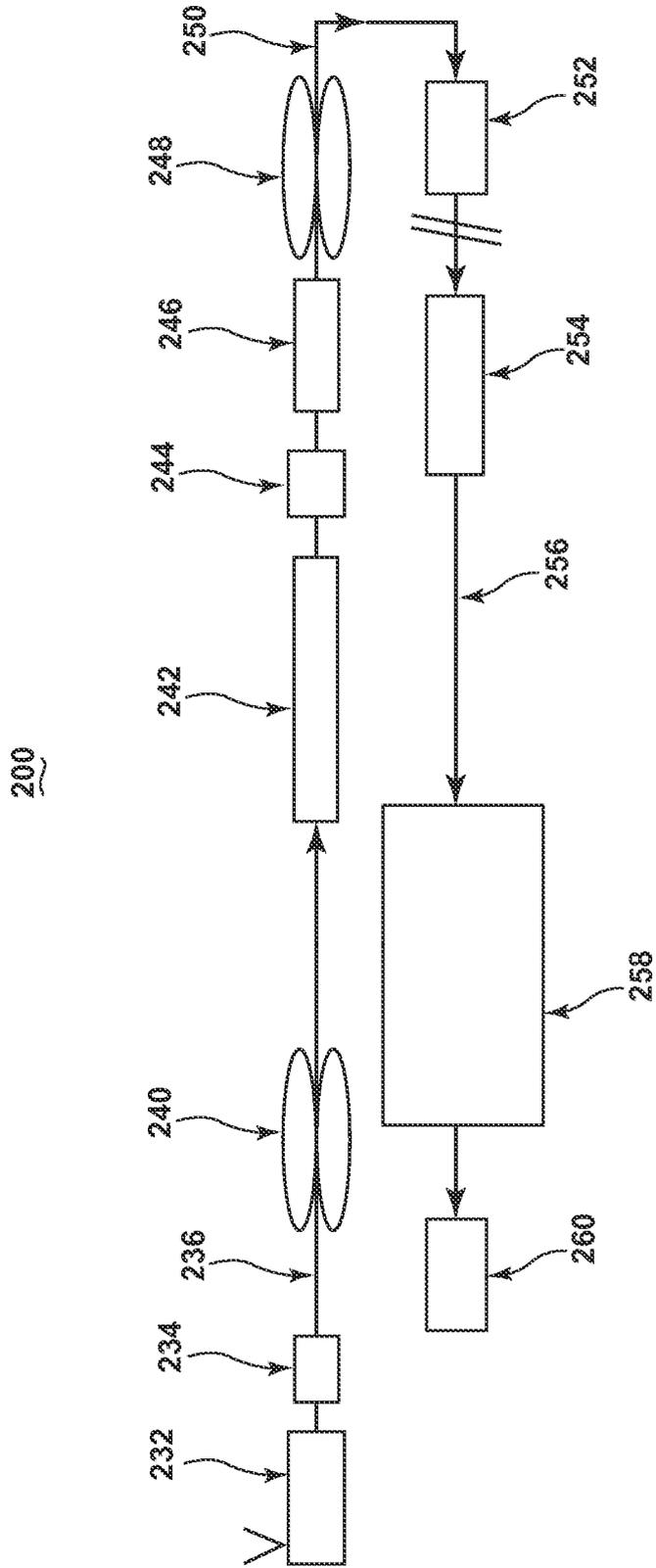


FIG. 6