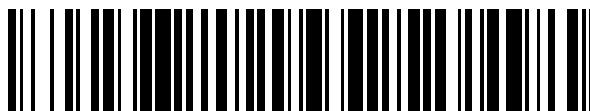


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 954**

51 Int. Cl.:

B29C 55/02 (2006.01)

B29C 55/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.01.2010** **PCT/US2010/020026**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.07.2010** **WO10083063**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2010** **E 10700003 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017** **EP 2387494**

54 Título: **Tochos de polímeros laminados por estirado en estado sólido**

30 Prioridad:

15.01.2009 US 144764 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

PHAM, HOANG;
BARGER, MARK;
NICHOLS, KEVIN;
BIRCHMEIER, BRETT y
GRAHAM, ANDREW

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 622 954 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

Tochos de polímeros laminados por estirado en estado sólido

5 La presente invención se refiere a un proceso de estirado en estado sólido para tochos de polímeros y composiciones de polímeros orientados resultantes del proceso de estirado. La descripción de la técnica relacionada con las dimensiones en sección transversal de una composición de polímeros se reduce necesariamente al estirado de la composición de polímeros. Eso significa que el artículo final estirado tendrá dimensiones en sección transversal más pequeñas que la composición de polímeros antes del estirado. En películas o artículos de pequeña dimensión, que se hacen por estirado, una reducción tal en las dimensiones en sección transversal no es particularmente problemática. Sin embargo, cuando se trata de estirar una composición de polímeros en un artículo final estirado que tiene grandes dimensiones en sección transversal, el proceso puede llegar a ser engorroso porque requiere tochos que tengan dimensiones muy grandes antes del estirado. El problema es particularmente evidente cuando se intenta combinar en un proceso continuo, tanto la extrusión de un tocho de polímero inicial y el estirado del tocho de polímero. Considerar, por ejemplo, un proceso de estirado en estado sólido para la preparación de artículos en forma de composiciones de polímeros orientados (OPC).

Un proceso de estirado en estado sólido requiere, típicamente, extrudir un tocho de polímero, acondicionar ese tocho de polímero a una temperatura de estirado y después estirar el tocho de polímero para obtener una OPC. Generalmente, un tocho está a una temperatura superior después de la extrusión que la temperatura de estirado asignada para el tocho, de manera que es necesario acondicionar térmicamente el tocho. Acondicionar el tocho a una temperatura de estirado uniforme es necesario para lograr la orientación uniforme en toda la OPC resultante después del estirado. Sin embargo, enfriar rápidamente un tocho extrudido a una temperatura uniforme, se vuelve cada vez más difícil en tanto la sección transversal del tocho aumenta. La temperatura del núcleo de un tocho es dependiente de la diferencia de temperatura entre el núcleo y la superficie, la distancia desde la superficie hasta el núcleo, el coeficiente de transferencia de calor del material del tocho y el coeficiente de transferencia de calor en la superficie donde es que el calor se desprende del tocho. Cuanto mayor es la distancia desde la superficie hasta el núcleo más tiempo es necesario para alcanzar una temperatura uniforme a través de una sección transversal del tocho (temperatura de equilibrio). Por ejemplo, la velocidad de enfriamiento de un sólido que tiene un ancho infinito (es decir, no hay efectos de borde considerados) es proporcional al cuadrado de la distancia desde la superficie hasta el núcleo {ver, por ejemplo, J. L. Throne, THERMOFORMING, capítulo 3, pág. 65, Hanser Publisher, Numich, 1987}. No obstante, el enfriamiento rápido de un tocho hasta una temperatura en sección transversal uniforme igual a una temperatura de estirado es necesario, si la extrusión y el estirado han de ocurrir juntos en un proceso continuo a una velocidad de producción razonable y con una presencia razonable de equipos.

Los métodos de enfriar activamente un tocho después de la extrusión se conocen. Por ejemplo, una primera referencia que describe un proceso de estirado de OPC describe la exposición de un tocho de polímero a un baño de agua helada inmediatamente después del estirado (ver, Ward, y otros, SOLID PHASE PROCESSING OF POLYMERS, Hanser publishing, Munich (2000), capítulo 9 pág. 359). Otras referencias describen simplemente "ajustar la temperatura" de un tocho a una temperatura de estirado, un proceso que requiere, típicamente, calentar un tocho a una temperatura de estirado (ver, por ejemplo, la solicitud de patente de Estados Unidos núm. 2005/0192382). La modificación de la temperatura de la superficie de un tocho puede producirse de forma relativamente rápida, pero crea un gradiente térmico entre la superficie del tocho y el núcleo del tocho. Como resultado, ajustar la temperatura (o "acondicionar") un tocho a una temperatura de estirado a menudo requiere súper enfriamiento de la superficie del tocho hasta que el núcleo alcanza una temperatura próxima a la temperatura de estirado, y después recalentar el exterior del tocho para llevar de nuevo la porción de la superficie, hasta la temperatura de estirado. El enfriamiento del núcleo de un tocho lleva más tiempo en tanto aumenta la sección transversal del tocho. Por lo tanto, acondicionar un tocho hasta una temperatura de estirado puede consumir mucho tiempo para tochos de gran sección transversal.

En un proceso continuo, un tocho extrudido debe someterse a acondicionamiento de la temperatura hasta su temperatura de estirado a medida que se desplaza desde un extrusor hasta un dispositivo de estirado. Como el tiempo de acondicionamiento de la temperatura aumenta con tochos de gran sección transversal, la distancia entre el extrusor y el dispositivo de estirado debe, además, aumentar o la velocidad de producción debe enlentecerse. Por lo tanto, los procesos continuos para preparar y estirar tochos de gran sección transversal pueden requerir líneas de proceso extremadamente largas o velocidades de producción extremadamente bajas. Es deseable acondicionar más eficientemente un tocho extrudido a una temperatura de estirado, de una manera que puede ser parte de un proceso continuo de preparar un tocho y después estirar el tocho para preparar una OPC.

El documento EP1859916 describe un proceso para producir una lámina de resina de poliéster termoplástico orientado mediante pultrusión-estirado de una lámina de resina de poliéster termoplástico en un estado amorfo a una temperatura que es ± 20 C de la temperatura de transición vítrea del poliéster termoplástico y después estirar el material uniaxialmente a una temperatura mayor que la temperatura para la pultrusión-estirado.

El documento WO03035394 describe películas de polietileno biorientadas útiles para el embalaje de productos alimenticios, que tienen una capa base y capas de forro. La capa base comprende polietileno altamente cavitado, tal como polietileno de densidad media (MDPE) o polietileno de alta densidad (HDPE). El agente de cavitación en la capa

base puede ser carbonato de calcio. Al menos una capa de forro comprende (i) un copolímero de etileno y al menos un otro monómero y (ii) una resina de hidrocarburo, tal como una resina de ciclopentadieno. El copolímero (i) puede ser un copolímero de etileno-propileno o un terpolímero de etileno-propileno-buteno-1.

5 El documento US2003077471 describe una película multicapas transpirable que tiene una capa núcleo transpirable y al menos una capa de forro. La capa núcleo se prepara a partir de una mezcla que contiene un polímero termoplástico y una carga de partículas y la capa o capas de forro se preparan a partir de una mezcla de al menos dos polímeros incompatibles y un polímero que compatibiliza los polímeros incompatibles. La adición del compatibilizador en la capa de forro mejora la consistencia en la formación de películas. La capa núcleo contiene espacios vacíos alrededor de la
10 carga de partículas y la capa o capas base tienen grietas o espacios vacíos, que proporcionan capacidad de transpiración a la película multicapas. El estiramiento de la película después que se coextruden juntas las capas forma los espacios vacíos y/o grietas.

15 El documento JPH03180340 describe un material de alto peso molecular que tiene una estructura de tres capas. La capa exterior 1 consiste en un material de alto peso molecular tal como polipropileno, una capa interior se hace de plásticos reforzados con fibras que contienen no más de 40 % en peso de fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de cerámica, etc. El material de alto peso molecular se enrolla en una dirección en un intervalo de temperatura justo por debajo del punto de fusión del material, y la dirección de enrollamiento se cambia a 90 grados C. Esto aumenta la resistencia isotrópica en el material de la capa interior. Ninguna fibra reforzada se expone sobre la superficie, y puede
20 lograrse un buen acabado de la superficie.

La presente invención mejora la técnica de producir las OPC mediante la oferta de un proceso eficiente para producir las OPC que reducen el tiempo necesario para acondicionar la temperatura de un tocho desde su temperatura de extrusión hasta una temperatura de estirado.

25 La presente invención proporciona un proceso que comprende las siguientes etapas para, opcionalmente, con otras etapas que existen entre cualesquiera de dos etapas: (a) extrudir a partir de un extrusor una primera composición de polímeros orientables que tiene una superficie y núcleo donde primera composición de polímeros orientables, que incluye su superficie y núcleo, está a una temperatura de extrusión; (b) enfriar la primera composición de polímeros orientables de manera que su superficie está a una temperatura por debajo de la temperatura de extrusión; (c) proporcionar una segunda composición de polímeros y adherir la segunda composición de polímeros a una superficie de la primera composición de polímeros orientables para formar un tocho laminado; (d) acondicionar el tocho laminado a una temperatura de estirado que es menor que la temperatura de extrusión si el tocho laminado no está ya en la temperatura de estirado; y (e) estirar el tocho laminado para formar una composición de polímeros orientados. Pueden
30 incorporarse composiciones de polímeros adicionales opcionales, que pueden ser orientables, en el tocho laminado mediante etapa repetida (c) para añadir una tercera o cuarta o cualquier número de composiciones de polímeros antes de la etapa (d).

40 Las modalidades de la invención pueden comprender una cualquiera o una combinación de más de una de las siguientes características:

la primera composición de polímeros orientables se extiende continuamente desde el extrusor hasta después de la etapa (e); la segunda composición de polímeros es una composición de polímeros orientables;

45 la primera composición de polímeros orientables comprende una fase de polímeros orientables continua que comprende uno o más de uno de polipropileno, polietileno, poliéster y cloruro de polivinilo;

la segunda composición de polímeros tiene una composición que es la misma que la primera composición de polímeros orientables;

50 tanto la primera composición de polímeros orientables como la segunda composición de polímeros se extruden a una temperatura de extrusión del mismo extrusor y a través de un solo troquel de extrusión pero a través de diferentes orificios en el troquel de extrusión y en donde la segunda composición de polímeros experimenta, además, una etapa de enfriamiento a una temperatura que está por debajo de su temperatura de extrusión antes de la etapa (c);

55 la segunda composición de polímeros viene de un segundo extrusor a una segunda temperatura de extrusión y se enfría a una temperatura que está por debajo de la segunda temperatura de extrusión antes de la etapa(c);

60 la segunda composición de polímeros tiene una composición que es diferente de la primera composición de polímeros orientables;

la segunda composición de polímeros es distinta de una composición de polímeros extrudidos;

65 el enfriamiento en la etapa (b) incluye la aplicación de un medio de enfriamiento fluido a la primera composición de polímeros orientables;

- tanto la primera composición de polímeros orientables como la segunda composición de polímeros se acondicionan a la temperatura de estirado antes de adherirlas entre sí para formar un tocho laminado;
- 5 tanto la primera composición de polímeros orientables como la segunda composición de polímeros tienen una temperatura de ablandamiento y en donde la etapa (c) incluye calentar la superficie de una o ambas de las composiciones de polímeros a una temperatura superior a su temperatura de ablandamiento y después poner en contacto la superficie de la primera composición de polímeros orientables con la segunda composición de polímeros para lograr una soldadura por fusión entre las dos composiciones de polímeros y, opcionalmente, aplicar presión con objeto de comprimir la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros juntos, ya que sueldan por fusión;
- 10 la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros tienen cada una, una superficie y la etapa (c) comprende aplicar un adhesivo a la superficie de una o ambas de la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros y después poner en contacto la superficie juntas de manera que el adhesivo pegue la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros juntas;
- 15 la primera composición de polímeros orientables, la segunda composición de polímeros o ambas son tochos laminados;
- la etapa (e) incluye estirar el tocho laminado a través de un troquel de estirado en estado sólido;
- 20 la etapa (e) induce tanto la orientación como la cavitación en al menos la primera composición de polímeros orientables; y
- lo mismo una o ambas de la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros comprenden carga inorgánica dispersa dentro de ellas.
- 25 Sorprendentemente, el proceso de la presente invención puede producir una OPC que tiene una apariencia y propiedades que son similares a esas OPC que se preparan a partir de un solo tocho extrudido, sin embargo usa una fracción del rango de operación que un proceso de este tipo requeriría.
- 30 Además, el proceso de la presente invención ofrece una capacidad para preparar OPC que tienen estructuras inusuales de las OPC a partir de un solo tocho extrudido. Por ejemplo, la presente invención considera la fabricación continua de las OPC que tienen zonas de materiales diferentes mediante, por ejemplo, laminación de capas de diferentes composiciones de polímeros conjuntamente a formar un tocho justo antes de estirar el tocho en una OPC.
- 35 Las OPC preparadas de conformidad con la presente invención son útiles para aplicaciones que incluyen traviesas de líneas férreas, grandes tableros, postes telefónicos, aislantes, materiales de entablados, materiales de contención, materiales de adornos decorativos y como un sustituto de madera en, esencialmente, cualquier aplicación de madera.
- Descripción detallada de la invención
- 40 Términos
- "Composición de polímeros" comprende una fase de polímero continua que contiene al menos un componente de polímero y puede contener componentes no poliméricos. Una composición de polímeros "cargada" incluye aditivos discontinuos, tales como cargas inorgánicas y/o partículas de caucho reticuladas, en la composición de polímeros.
- 45 Un "polímero orientable" es un polímero que puede experimentar 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, aún más deseables son los polímeros lineales (polímeros en los que la ramificación de cadena se produce en menos de 1 de 1,000 unidades de polímero). Los polímeros semicristalinos son particularmente deseables porque resultan en mayor aumento de la resistencia y el módulo que las composiciones de polímeros amorfos. Las composiciones de polímeros semicristalinos pueden resultar en 4 a 10 veces mayor el aumento en la resistencia y módulo de flexión tras la orientación respecto a las composiciones de polímeros amorfos.
- 50 Una "fase de polímero orientable" es una fase de polímero que puede experimentar orientación molecular inducida por deformación en estado sólido (por ejemplo, estirado en estado sólido).
- 60 Típicamente, 75 por ciento en peso (% 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 basado 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.

Una "composición de polímeros orientables" es una composición que comprende un polímero orientable en una fase de polímeros orientables continua y, opcionalmente, otros componentes tales como aditivos.

5 La "composición de polímeros orientados" y "OPC" son intercambiables y se refieren a una composición de polímeros orientables que tiene polímeros orientables que han sido orientados para formar un artículo. Para ser claros, una OPC es un artículo en lugar de una simple composición de polímeros. Una OPC requiere el procesamiento de una composición de polímeros hasta orientar los polímeros en la misma y de este modo convierte la composición de polímeros en un artículo, una OPC.

10 "Las secciones transversales" de una OPC son perpendiculares a la dirección de orientación de la OPC a menos que la referencia a la sección transversal indique lo contrario. Una sección transversal tiene un centroide, un perímetro y las dimensiones que se extienden a través del centroide y conectan dos puntos en el perímetro.

15 La dimensión de la sección transversal se extiende en una línea recta en una sección transversal de una OPC que conecta dos puntos en una superficie de la OPC, y que se extiende a través del centroide de la sección transversal en el que reside.

20 La superficie de una composición de polímeros incluye una porción expuesta que se extiende dos o más dimensiones de la composición de polímeros. La superficie se extiende radialmente desde la porción expuesta hacia el centroide a una profundidad de 0.5 centímetros o un tercio de la distancia al centroide, cualquiera que sea menor.

25 El núcleo de una composición de polímeros comprende el centroide de cualquier sección transversal de la composición de polímeros y se extiende radialmente hacia fuera desde el centroide hacia una superficie de la composición de polímeros a una distancia de un centímetro o un tercio de la distancia a la superficie, cualquiera que sea menor.

30 Con respecto a la referencia a una temperatura de composición de polímeros, un técnico entiende que una composición de polímeros tiene, típicamente, una variación en la temperatura a través de una sección transversal (es decir, a lo largo de una dimensión de la sección transversal de la composición) durante el procesamiento. Por lo tanto, la referencia a la temperatura de una composición de polímeros se refiere a un promedio de la temperatura más alta y más baja a lo largo de una dimensión de la sección transversal de la composición de polímeros. La temperatura en dos puntos diferentes a lo largo de la dimensión de la sección transversal del polímero difiere, deseablemente, en 10 % o menos, preferentemente 5 % o menos, con mayor preferencia 1 % o menos, con la máxima preferencia cerca de 0 %, a partir de la temperatura promedio de la temperatura más alta y más baja a lo largo de la dimensión de la sección transversal. La temperatura se mide en grados Celsius (°C) a lo largo de una dimensión de la sección transversal mediante la inserción de termopares en diferentes puntos en la dimensión de la sección transversal.

35 El "estado sólido" se refiere a un polímero (o composición de polímeros) que está a una temperatura por debajo de la temperatura de ablandamiento del polímero (o composición de polímeros). Por lo tanto, "estirado en estado sólido" se refiere a estirar un polímero o composición de polímeros que está a una temperatura por debajo de la temperatura de ablandamiento del polímero (o composición de polímeros).

40 La "temperatura de ablandamiento" (T_s) para un polímero o composición de polímeros que tiene como componentes de polímeros solamente uno o más de un polímero semicristalino es la temperatura de fusión para la composición de polímeros.

45 La "temperatura de fusión" (T_m) para un polímero semicristalino es la temperatura a la mitad de un cambio de fase de cristalino a fundido según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC) al calentar un polímero cristalizado a una velocidad de calentamiento específica. Determinar T_m para un polímero semicristalino de conformidad con el procedimiento de DSC en el método ASTM E794-06. Determinar T_m para una combinación de polímeros y para una composición de polímeros cargada, también mediante DSC bajo las mismas condiciones de prueba en el método ASTM E794-06. Determinar T_m con el uso de una velocidad de calentamiento de 10 grados Celsius (°C) por minuto. Si la combinación de polímeros o composición de polímeros cargada solamente contiene polímeros miscibles y solamente un cambio de fase de cristalina a fundida es evidente en su curva de DSC, entonces T_m para la combinación de polímeros o composición de polímeros cargada es la temperatura a la mitad del cambio de fase. Si son evidentes múltiples cambios de fase de cristalina a fundida en una curva de DSC debido a la presencia de polímeros inmiscibles, entonces T_m para la combinación de polímeros o composición de polímeros cargada 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 composición de polímeros cargada es la T_m más baja de los polímeros de fase continua.

50 T_s para un polímero o composición de polímeros que tiene como componentes de polímeros solamente uno o más de un polímero amorfo es la temperatura de transición vítrea para la composición de polímeros.

55 La "temperatura de transición vítrea" (T_g) para un polímero o composición de polímeros es como se determina por DSC de conformidad con el procedimiento en el método ASTM E1356-03. Determinar T_g para una combinación de polímeros y para una composición de polímeros cargada, también mediante DSC bajo las mismas condiciones de prueba en el

- método ASTM E1356-03. Si la combinación de polímeros o composición de polímeros cargada solamente contiene polímeros miscibles y solamente un cambio de fase en el punto de transición vítrea es evidente en la curva de DSC, entonces T_g de la combinación de polímeros o composición de polímeros cargada es la temperatura a la mitad del cambio de fase. Si son evidentes múltiples cambios de fase en el punto de transición vítrea en una curva de DSC debido a la presencia de polímeros amorfos inmiscibles, entonces T_g la combinación de polímeros o composición de polímeros cargada es la T_g del polímero fase continua. Si más de un polímero amorfo es continuo y no son miscibles, entonces la T_g para la combinación de polímeros o composición de polímeros cargada es la T_g más baja de los polímeros de fase continua.
- Si la composición de polímeros contiene una combinación de polímeros semicristalinos y amorfos, la temperatura de ablandamiento de la composición de polímeros es la temperatura de ablandamiento del polímero o de la composición de polímeros de fase continua. Si las fases de polímeros semicristalinos y amorfos son cocontinuas, entonces la temperatura de ablandamiento de la combinación es la temperatura de ablandamiento más baja de las dos fases.
- La "temperatura de estirado", (T_d), es una temperatura dentro de un intervalo de temperaturas de estirado en el que se acondiciona un polímero antes del estirado y es la temperatura a la que el polímero existe en el comienzo del estirado.
- El "por ciento en peso" y "% en peso" son intercambiables y son en relación con el peso total de polímero a menos que se indique lo contrario.
- "ASTM" se refiere a una Sociedad Estadounidense para métodos de prueba de Ensayos y Materiales. El año del método se designa ya sea por un sufijo unido mediante guion en el número del método o, en ausencia de esa designación, es el año más actual antes de la fecha de presentación de esta solicitud.
- "Múltiple" significa al menos dos. "y/o" significa "y, o como una alternativa." Los intervalos incluyen los puntos finales a menos que se indique lo contrario.
- El proceso de la presente invención es un método de producir una composición de polímeros orientados (OPC). El proceso es particularmente útil en la preparación de las OPC de grandes dimensiones, que incluyen postes de teléfono, traviesas de líneas férreas y materiales de dimensiones similares o incluso más grandes. No obstante, el proceso es útil, además, para preparar las OPC de pequeñas dimensiones más eficientemente que los procesos de la técnica anterior. No hay ninguna limitación en qué dimensión de la OPC el presente proceso puede producir.
- El proceso requiere que las etapas a continuación ocurran en un orden particular. Eso significa que una de las etapas no puede ocurrir antes de otra etapa en el orden. Sin embargo, pueden incluirse, opcionalmente, etapas adicionales en el intermedio de dos etapas cualesquiera y aún las dos etapas se consideran como que ocurren en orden. Es decir, el requerimiento de que las etapas ocurran en orden, no necesita que las etapas ocurran directamente una tras otra sin etapas intermedias.
- La primera etapa requerida es extrudir a partir de un extrusor una primera composición de polímeros orientables que tiene una superficie y núcleo, donde la primera composición de polímeros orientables, que incluye su superficie y su núcleo está a una temperatura de extrusión. La temperatura de extrusión es más alta que la temperatura de ablandamiento de la primera composición de polímeros orientables y es la temperatura a la que la primera composición de polímeros orientables sale del extrusor. Generalmente, hay un cierto tipo de troquel de extrusión en el extremo del extrusor a través del cual se extrude la primera composición de polímeros orientables. Típicamente, la primera composición de polímeros orientables está a la temperatura de extrusión a la salida del troquel de extrusión.
- La primera composición de polímeros orientables comprende una fase de polímeros orientables continua. Los polímeros orientables en la fase de polímeros orientables pueden ser amorfos, semicristalinos (los polímeros semicristalinos son aquellos que tienen una temperatura de fusión(T_m)), o una combinación de amorfos y semicristalinos. Deseablemente, la fase de polímeros orientables comprende uno o más de un polímero semicristalino y, preferentemente, el uno o más de un polímero semicristalino que es continuo en toda la fase de polímeros orientables continua.
- Los polímeros orientables adecuados incluyen polímeros y copolímeros a base de polipropileno, polietileno (*por ejemplo*, polietileno de alta densidad), polimetilpentano, politetrafluoroetileno, poliamidas, poliésteres, policarbonatos, óxido de polietileno, polioximetileno, cloruro de polivinilo, polímeros de fluoruro de polivinilideno que tienen un peso molecular promedio ponderado desde 200 000 a 800 000 g/mol, preferentemente desde 250 000 a 400 000 g/mol, polímeros de cristal líquido y sus combinaciones.
- Los polímeros orientables deseables incluyen polímeros a base de polietileno, polipropileno, poliéster (*por ejemplo*, tereftalato de polietileno) y polímeros de cloruro de polivinilo. Un primer polímero se "basa en" un segundo polímero si el primer polímero comprende unidades de repetición de monómeros del segundo polímero. Por ejemplo, un copolímero en bloque se basa en los polímeros que comprenden los bloques. Los polímeros orientables más particularmente deseables incluyen polietileno lineal que tiene un peso molecular promedio ponderado (M_w) desde 50 000 a 3 000 000 g/mol; especialmente desde 100 000 a 1 500 000 g/mol, aún desde 750 000 a 1 500 000 g/mol.

- Los polímeros orientables particularmente deseables incluyen polímeros de poliolefinas (poliolefinas). Las poliolefinas tienden a ser más propensas a experimentar cavitación, particularmente, en combinación con partículas de carga, presumiblemente porque las poliolefinas son relativamente no polares y como tal se adhieren menos fácilmente a las partículas de carga. Los polímeros lineales (*es decir*, polímeros en los que la ramificación de cadena se produce en menos de 1 de 1000 unidades de polímero) son aún más deseables.
- Los polímeros a base de polipropileno (PP) (*es decir*, polímeros basados en PP, son especialmente deseables para su uso en la presente invención. Generalmente, los polímeros a base de PP tienen una densidad menor que otros polímeros de poliolefinas orientables. Por lo tanto, los polímeros a base de PP facilitan artículos más ligeros que otros polímeros de poliolefinas orientables. Los polímeros a base de PP ofrecen, además, una mayor estabilidad térmica que otros polímeros de poliolefinas orientables. Por lo tanto, los polímeros a base de PP pueden formar, además, artículos orientados que tienen estabilidad térmica más alta que los artículos orientados de otros polímeros de poliolefinas.
- Los polímeros a base de PP adecuados incluyen polipropilenos obtenidos por catálisis de Zeigler Natta, con metaloceno y postmetaloceno. Los polímeros a base de PP adecuados incluyen homopolímero de PP; copolímero al azar de PP (con etileno u otra alfa olefina presente de 0,1 a 15 por ciento en peso de los monómeros); copolímeros de impacto de PP, ya sea con homopolímero de PP o matriz de copolímero al azar de PP de 50 a 97 por ciento en peso (% en peso) basado en el peso del copolímero de impacto y con caucho de copolímero de etileno propileno presente en 3 a 50 % en peso basado en el peso del copolímero de impacto preparado en reactor o un modificador de impacto o caucho de copolímero al azar preparado por copolimerización de dos o más alfa olefinas preparadas en reactor; copolímero de impacto de PP, ya sea con un homopolímero de PP o matriz de copolímero al azar de PP de 50 a 97 % en peso del peso del copolímero de impacto y con caucho de copolímero de etileno propileno presente en 3 a 50 % en peso del peso del copolímero de impacto añadido a través de la composición, u otro caucho (modificador de impacto), preparado por copolimerización de dos o más alfa olefinas (tales como etileno-octeno) por catálisis de Zeigler-Natta, con metaloceno, o de sitio único, añadido a través de la composición tales como, pero sin limitarse a un proceso de extrusión con doble husillo. Particularmente deseable es el homopolímero de PP o un copolímero al azar de propileno (copolímero a base de PP) con 0,5 a 5 por ciento en peso de etileno.
- Los polímeros a base de PP adecuados pueden estabilizarse con radiación ultravioleta (UV), y deseablemente, pueden modificarse, además, para la resistencia al impacto. Los polímeros a base de PP particularmente deseables se estabilizan con estabilizadores orgánicos. Los polímeros a base de PP estabilizados por UV pueden ser libres de pigmento de dióxido de titanio lo que permite, de este modo, el uso de menos pigmento para lograr cualquiera de un espectro completo de colores.
- La primera composición de polímeros orientables puede comprender uno o más de un aditivo, o carga, adicionalmente al polímero orientable. Las cargas pueden ser orgánicas, inorgánicas o una combinación de orgánicas e inorgánicas.
- Las cargas celulósicas son un tipo de carga orgánica. Las cargas celulósicas tales como fibras y polvo de madera son conocidas en composiciones de polímeros orientados que tienen secciones transversales grandes (*es decir*, todas dimensiones en sección transversal mayores que 1.5 mm). Sin embargo, la fibra de madera y materiales celulósicos en general, son susceptibles a la decoloración del color cuando se exponen al sol, y a la descomposición, a la actividad microbiana y de hongos y moho cuando se exponen a la humedad, incluso cuando se usan como cargas dentro de una composición de polímeros. Estas características son inconvenientes que pueden hacer los materiales celulósicos indeseables para su uso en composiciones de polímeros cargadas expuestas al sol y la humedad.
- Los materiales inorgánicos no sufren de los inconvenientes de los materiales celulósicos. Por lo tanto, las cargas inorgánicas pueden ser más deseables que las cargas celulósicas para su uso en composiciones de polímeros orientados, cargadas. La carga inorgánica puede ser reactiva o inerte. Las cargas reactivas reaccionan con el agua e incluyen materiales tales como cemento Portland y yeso. Las cargas inertes no reaccionan con agua. Las cargas inorgánicas inertes son más deseables para lograr una densidad estable de la composición de polímeros, porque la composición de polímeros que contiene la densidad de carga es menos probable que cambie tras la exposición a la humedad que con cargas reactivas. Las cargas inorgánicas inertes adecuadas incluyen talco (que incluye cualquiera o una combinación de calidades de material comúnmente conocido y disponible como "talco"), cenizas volantes, carbonato de calcio, arcilla (*por ejemplo*, caolín), dolomita, perlas de vidrio, sílice, mica, metal, feldespato, negro de carbón, nanocargas, wollastonita, fibras de vidrio, fibras de metal, y fibras de boro. Las cargas inorgánicas particularmente deseables incluyen talco y carbonato de calcio.
- La cantidad óptima de carga en la composición de polímeros del presente proceso depende de las propiedades determinadas para la composición final de polímeros orientados. Bajos niveles de cargas resultan en bajos niveles de cavitación (*es decir*, volúmenes vacíos bajos debido a la cavitación). Los niveles excesivos de cargas pueden reducir la resistencia de una composición de polímeros si el polímero se hace discontinuo en la composición de polímeros. Típicamente, la cantidad de carga es 20 por ciento en peso (% en peso) o más, preferentemente 30 % en peso o más, con mayor preferencia 40 % en peso o más y con la máxima preferencia 45 % en peso o más. Las cargas pueden estar presentes en una cantidad de 60 % en peso o más, incluso 70 % en peso o más. Generalmente, la cantidad de cargas es 90 % en peso o menos. Si la carga está presente a una concentración que excede 90 % en peso, la composición de

polímeros tiende a perder, indeseablemente, integridad estructural. Se determina el % en peso de la carga basado en el peso de composición de polímeros antes del estirado.

La segunda etapa del presente proceso es enfriar la primera composición de polímeros orientables, de manera que su superficie esté a una temperatura por debajo de la temperatura de extrusión. Idealmente, la etapa de enfriar resulta en el enfriamiento de la primera composición de polímeros orientables suficientemente, de manera que su núcleo esté a menos de 20 °C, preferentemente a menos de 15 °C, con mayor preferencia a menos de 10 °C y aún con mayor preferencia a menos de 5 °C de la temperatura de estirado. Un objetivo de la etapa de enfriamiento es llevar la primera composición de polímeros orientables próximo a una temperatura de estirado deseable antes de aumentar su espesor por laminación. Una ventaja de la presente invención es que múltiples composiciones de polímeros orientables pueden enfriarse a una temperatura próxima a una temperatura de estirado deseable más rápidamente que una sola composición de polímeros orientables que tiene un espesor igual a una combinación de las múltiples composiciones de polímeros orientables. Enfriar las composiciones de polímeros orientables individualmente y después laminarlas juntas permite la producción de una composición de polímeros orientables espesa cerca de una temperatura de estirado deseable, más rápido que si la composición de polímeros orientables espesa se extruye y se enfría como una sola composición. La etapa de enfriamiento puede ser seguida inmediatamente por un calentamiento de la superficie de la composición de polímeros orientables a una temperatura próxima a (a menos de 20 °C, preferentemente a menos de 15 °C, con mayor preferencia a menos de 10 °C y aún con mayor preferencia a menos de 5 °C de) la temperatura de estirado antes de la tercera etapa. El enfriamiento y calentamiento juntos sirven como una etapa de acondicionamiento de temperatura.

Enfriar la composición de polímeros orientables en cualquiera de un número de maneras, o por una combinación de múltiples maneras. Un método deseable de enfriamiento es rociar un fluido de enfriamiento sobre la composición de polímeros orientables. Otro método deseable de enfriamiento es transferir la composición de polímeros orientables través de un baño de fluido de enfriamiento. Los fluidos de enfriamiento adecuados incluyen agua, soluciones a base de agua, aceite y aire u otro gas.

La tercera etapa en el presente proceso es proporcionar una segunda composición de polímeros y adherir la segunda composición de polímeros a una superficie de la primera composición de polímeros orientables para formar un tocho laminado. En el presente contexto, "tocho laminado" se refiere simplemente a un tocho que comprende dos o más composiciones adheridas entre sí. Deseablemente, pero no necesariamente, una composición de polímeros cubre completamente una superficie de otra composición de polímeros en el tocho laminado.

La segunda composición de polímeros puede ser una composición de polímeros orientables (segunda composición de polímeros orientables) o puede ser distinta de una composición de polímeros orientables. Si la segunda composición de polímeros es una segunda composición de polímeros orientables, está sujeta a las mismas enseñanzas de composiciones como la primera composición de polímeros orientables. No obstante, la segunda composición de polímeros puede tener la misma composición o una composición diferente de la primera composición de polímeros orientables dentro del alcance de esas enseñanzas. En una modalidad, la segunda composición de polímeros es una segunda composición de polímeros orientables, y tanto la primera como la segunda composición de polímeros orientables, se acondicionan a una temperatura de estirado antes de adherir una con otra para formar un tocho laminado.

La segunda composición de polímeros orientables puede ser idéntica a la primera composición de polímeros orientables. De hecho, tanto la primera como la segunda composición de polímeros orientables pueden provenir del mismo extrusor a través de un troquel que tiene dos o más orificios en donde la primera composición de polímeros orientables sale del extrusor a través de un orificio y la segunda composición de polímeros orientables sale del extrusor a través de otro orificio. Tanto la primera como la segunda composición de polímeros orientables, deseablemente, experimentan enfriamiento a una temperatura por debajo de la temperatura de extrusión antes de adherir una con otra para formar el tocho laminado.

En una modalidad alternativa, la segunda composición de polímeros orientables puede ser una composición de polímeros extrudidos que provienen de un segundo extrusor a una segunda temperatura de extrusión, y se enfría a una temperatura que es inferior a la segunda temperatura de extrusión antes, incluso justo antes, de adherirse a una superficie de la primera composición de polímeros orientables. En esta modalidad, dos composiciones de polímeros orientables pueden ser las mismas o diferentes en composición a pesar de que ambas son orientables.

La segunda composición de polímeros no necesita ser una composición de polímeros orientables. La segunda composición de polímeros puede ser un tocho de polímeros no orientables (es decir, un tocho que no tiene una fase continua de polímeros orientables) o puede ser un tocho de polímeros orientables (composición). La segunda composición de polímeros puede ser, además, una película de polímero o incluso un revestimiento de polímero aplicado en aerosol u otra forma de revestimiento.

Adherir la segunda composición de polímeros a la primera composición de polímeros orientables preferentemente mediante soldadura por fusión o con el uso de un adhesivo apropiado. Soldadura por fusión de las dos composiciones de polímeros compatibles entre sí por contacto de sus superficies juntas mientras que las superficies están en o,

- deseablemente, por encima de su temperatura de ablandamiento. Es deseable tener las temperaturas de las superficies al menos 10 °C por encima de su temperatura de ablandamiento para optimizar la resistencia de la soldadura por fusión. La soldadura por fusión se produce cuando las cadenas de polímeros de una composición de polímeros se enredan con las cadenas de polímeros de la otra composición de polímeros y viceversa. Las composiciones de polímeros deben ser compatibles para que se produzca la soldadura por fusión. Dos composiciones de polímeros son compatibles si sus cadenas de polímeros se entremezclan entre sí. Las superficies de las composiciones de polímeros estarán, deseablemente, a una temperatura por debajo de la temperatura de ablandamiento, de manera que, generalmente, es necesario el calentamiento de las superficies. Cualquier método de calentamiento es aceptable que incluye la exposición a aire caliente, calor radiante, o el contacto directo incluso con un elemento caliente, tal como un rodillo.
- 5 Poner en contacto las superficies juntas mientras están a una temperatura por encima de su punto de ablandamiento y, preferentemente, aplicar presión para comprimir las superficies juntas durante un período de tiempo (por ejemplo, hasta 10 segundos) para lograr una soldadura por fusión. Un método de aplicación de presión es correr las dos composiciones entre rodillos de laminación o bandas opuestas espaciadas por separado.
- 15 El uso de adhesivos es menos deseable, pero un posible método para formar un tocho laminado de la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros. Un reto con el uso de adhesivos es la selección de un adhesivo que se adhiere tanto a la primera composición de polímeros orientables como a la segunda composición de polímeros y que mantiene la adherencia a través del estirado del tocho laminado. La selección de un adhesivo apropiado dependerá de la composición de las dos composiciones de polímeros, el adhesivo se unirá adhesivamente. Seleccionar un adhesivo que se adhiere a ambas composiciones de polímeros. Seleccionar, además, un adhesivo que puede deformarse en lugar de romperse o fracturarse durante la etapa de estirado en estado sólido. Deseablemente, el adhesivo es un material termoplástico, o al menos tiene propiedades termoplásticas durante todo el proceso de estirado. Cuando se usa un adhesivo, aplicar el adhesivo a una o, preferentemente, ambas superficies que se adhieren entre sí y después poner en contacto las superficies entre sí, preferentemente mientras se aplica presión. El uso de una capa de unión puede ser deseable para los materiales del tocho que son adhesivamente incompatibles. Por ejemplo, una capa de unión puede adherirse a un tocho con un solo adhesivo y otro tocho con un adhesivo diferente, lo que adhiere, de este modo, los tochos entre sí.
- 20 Esta tercera etapa de proporcionar una segunda composición de polímeros y adherirla a una superficie de la primera composición de polímeros ofrece flexibilidad en la composición de tochos antes del estirado que es, por otra parte, desconocida. Por ejemplo, un tocho antes del estirado, que contiene múltiples composiciones de polímeros puede lograrse, en tanto sea una OPC estirada que comprende múltiples composiciones de polímeros en lugares específicos de la OPC, a través del proceso de la presente invención. El tocho laminado puede comprender múltiples composiciones de polímeros adheridas en varias configuraciones deseables con las primeras composiciones de polímeros orientables para proporcionar propiedades deseables en varios lugares en una sección transversal de una OPC. Por supuesto, aún si las composiciones de polímeros adheridas entre sí para formar el tocho laminado son idénticas, la presente invención todavía ofrece la ventaja de proporcionar un tocho de gran dimensión antes del estirado a una temperatura de estirado más rápidamente de lo que es posible al proporcionar un solo tocho, de la misma gran dimensión directamente de un extrusor. Sorprendentemente, el tocho laminado resultante puede estirarse en una OPC sin fracturarse o sin fallas, a pesar de las fuerzas extremas que experimenta el tocho en un proceso de estirado.
- 30 La cuarta etapa requerida es acondicionar el tocho laminado a una temperatura de estirado que es menor que la temperatura de extrusión si el tocho laminado no está ya en la temperatura de estirado. Es posible que al formar el tocho laminado, el tocho laminado ya esté a una temperatura de estirado. Sin embargo, es posible, además, que el tocho laminado necesite acondicionamiento a una temperatura de estirado. Acondicionar la temperatura del tocho de polímero laminado según sea necesario para alcanzar la temperatura de estirado. Deseablemente, poco o ningún acondicionamiento es necesario, ya que gran parte de la modificación de la temperatura se realiza, deseablemente, antes de formar el tocho laminado.
- 45 La quinta etapa en el presente proceso es estirar el tocho laminado para formar una composición de polímeros orientados. Estirar un tocho laminado requiere la aplicación de una fuerza de tracción al tocho laminado y alargar el tocho laminado en la dirección de tracción. Los procesos de estirado son distintos de los procesos de orientación que sólo aplican presión para extrudir composiciones de polímeros. La fuerza de tracción estira una composición de polímeros, lo que induce la orientación de los polímeros, mientras facilita, además, la cavitación de la composición de polímeros durante la orientación. El presente proceso requiere aplicar una fuerza de tracción.
- 50 Estirar el tocho laminado mientras el tocho está en un estado sólido. El estirado en estado sólido resulta, deseablemente, en alineación, u orientación, de los polímeros orientables en el tocho laminado. Los polímeros orientables en la fase de polímeros orientables de la primera composición de polímeros orientables experimentan orientación durante el proceso de estirado. Si la segunda composición de polímeros comprende, además, polímeros orientables, deseablemente, ellos experimentan, además, orientación durante el estirado. En una modalidad preferida, la cavitación se produce en el tocho laminado durante el proceso de estirado. La cavitación es una introducción de volumen vacío disperso dentro de una composición de polímeros mientras el polímero se estira opuesto a las partículas de carga, cristalita de polímero u otras faltas de homogeneidad en la composición de polímeros. La cavitación puede ocurrir en una composición de polímeros o más que en una composición de polímeros que constituye el tocho laminado. Por ejemplo, la cavitación puede ocurrir sólo en la primera composición de polímeros orientables, sólo en la segunda

composición de polímeros o tanto en la primera como en la segunda composición de polímeros durante el estirado, en dependencia de la constitución de las composiciones de polímeros y las condiciones de estirado (*por ejemplo*, tasas de estirado más rápidas son más propensas a inducir cavitación que las tasas de estirado más lentas).

5 En una modalidad preferida, estirar la composición de polímeros laminada a través de un troquel de estirado en estado sólido. Los troqueles de estirado en estado sólido tienen un canal de troquel convergente a través del cual se estira una composición de polímeros. La forma del canal del troquel conduce la composición de polímeros a una forma específica durante el estirado. Los troqueles de estirado en estado sólido ofrecen un mayor control que los procesos de estirado libre. Los procesos de estirado libre son aquellos que estiran una composición de polímeros, aparte de la aplicación de
10 limitar la fuerza en una composición de polímeros durante el proceso de estirado. Típicamente, un poco de estirado libre se produce en procesos de estirado por troquel después que una composición de polímeros sale del troquel de estirado, lo que resulta en una combinación de estirado por troquel y estirado libre.

La velocidad de estirado es suficiente para inducir la orientación de la composición de polímeros, y dependerá de la
15 composición de polímeros, la temperatura de estirado y las propiedades deseadas para la OPC resultante. Deseablemente, la velocidad de estirado es de al menos 2.54 centímetros (una pulgada) por minuto y es, típicamente, 91 centímetros (36 pulgadas) por minuto o más rápido. Particularmente deseable es una velocidad de estirado de al menos 127 centímetros (50 pulgadas) por minuto ya que la magnitud de la cavitación se ha encontrado que se equilibra en esa tasa, de manera que la consistente densidad de la OPC es más probable que ocurra a una velocidad de estirado
20 de 127 centímetros (50 pulgadas) por minuto o más rápido. (*Ver, por ejemplo*, la enseñanza en la solicitud de patente de Estados Unidos núm. 2008-0111278, que se incorpora en la presente descripción en su totalidad). Un límite superior para la velocidad de estirado está limitado principalmente por la fuerza de estirado necesaria para lograr una velocidad de estirado específica. La fuerza de estirado debe ser menor que la resistencia a la tracción de la composición de polímeros para evitar la fractura de la composición de polímeros. Típicamente, la velocidad de estirado es de 30.5
25 metros (1200 pulgadas) por minuto o menos, más típicamente, de 9 metros (360 pulgadas) por minuto o menos.

El proceso de la presente invención prepara una composición de polímeros orientados que comprende al menos dos composiciones de polímeros laminados en donde al menos una, preferentemente ambas de las composiciones de polímeros están orientadas. Deseablemente, la composición de polímeros orientados está cavitada. Las composiciones
30 de polímeros laminados pueden tanto estar orientados, como pueden ser de composición idéntica, incluso extruirse del mismo extrusor a través de un troquel dividido. Alternativamente, las composiciones de polímeros laminados pueden diferir en al menos una característica seleccionada de un grupo que consiste en magnitud de la orientación, composición, color y magnitud de la cavitación. Cuando las composiciones de polímeros se sueldan por fusión entre sí durante el proceso, existe una línea de soldadura por fusión en la interfase de las composiciones de polímeros laminados. La línea de soldadura por fusión es evidente bajo amplificación de una sección transversal de la composición
35 de polímeros orientados y en algunas circunstancias puede ser evidente a simple vista.

Mientras que el presente proceso ha sido descrito en el contexto de la laminación de dos composiciones de polímeros, una primera composición de polímeros orientables y una segunda composición de polímeros, es concebible y
40 enteramente dentro del alcance de la presente invención para los procesos, incluir la formación de un tocho laminado que tiene más de dos composiciones de polímeros laminados entre sí antes del estirado. Por ejemplo, la primera composición de polímeros orientables puede ser en sí misma un tocho laminado que comprende dos o más composiciones de polímeros adheridas entre sí. Similarmente, la segunda composición de polímeros puede ser un tocho laminado que comprende dos o más composiciones de polímeros adheridas entre sí. Pueden existir etapas adicionales
45 en el presente proceso, que incluye adherir una o más de una composición de polímeros adicional a una o más de la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros. Por ejemplo, después de la tercera etapa de formar un tocho laminado a partir de la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros, pueden existir una o más combinaciones de etapas similares a la segunda y tercera de las etapas, donde una tercera composición de polímeros, cuarta composición de polímeros, quinta composición de polímeros, y así sucesivamente, pueden adherirse al tocho laminado para formar aún otro tocho laminado más complejo
50 antes del estirado. Las tercera, cuarta, quinta y así sucesivamente, composiciones de polímeros pueden ser como se describe para el segundo tocho de polímeros y puede ser la misma o diferente de cualquier otra composición de polímeros en el tocho laminado.

Convenientemente, el presente proceso es un proceso continuo. Eso significa que la primera composición de polímeros orientables permanece como un tocho continuo que se extiende desde el extrusor hasta después de que ocurra el estirado. Tal proceso continuo se hace particularmente difícil de construir en tanto la dimensión de la sección transversal del polímero se hace grande, debido al tiempo necesario para acondicionar un tocho de polímeros desde su temperatura de extrusión hasta la temperatura de estirado antes del estirado. La extrusión de una composición de polímeros de gran sección transversal requeriría mucho tiempo para acondicionar la temperatura de la composición a una temperatura de estirado. Mediante laminación de múltiples composiciones de polímeros juntos después de acondicionar su temperatura, el tiempo necesario entre la extrusión y el estirado se reduce drásticamente porque el acondicionamiento ocurre con composiciones de polímeros de sección transversal más pequeña, donde la transferencia de calor puede ocurrir más rápidamente que en las composiciones de sección transversal más grande.
65

El proceso de la presente invención produce una OPC de la presente invención que comprende múltiples

- composiciones de polímeros laminados en donde al menos una de las composiciones de polímero se orienta. Deseablemente, múltiples, incluso la totalidad de las composiciones de polímeros que comprenden la OPC se orientan. Las OPC de la presente invención tienen, generalmente, una línea de laminación característica a donde se adhieren juntas las composiciones de polímeros. La línea de laminación, generalmente, sólo es evidente bajo amplificación (*por ejemplo*, amplificación de 10x). Deseablemente, la línea de laminación sólo es una característica sutil en la OPC que no es evidente a simple vista. Sorprendentemente, incluso después de estirado, el tocho laminado permanece intacto y tiene propiedades equivalentes a una OPC estirada a partir de un tocho sencillo, que tiene dimensiones del tocho laminado.
- El proceso de la presente invención es útil para crear un gran tocho a partir de tochos de pequeñas dimensiones para el beneficio de reducir el tiempo de acondicionamiento de la temperatura entre la extrusión y el estirado para el gran tocho. En tal caso, la segunda composición de polímeros es, además, un tocho. El proceso ofrece la mayoría de las ventajas de esta manera cuando el gran tocho tiene todas las dimensiones en sección transversal superior a 5 centímetros (dos pulgadas), aún más cuando el gran tocho tiene todas las dimensiones en sección transversal de 10 centímetros o más, y aún más cuando el tocho tiene todas las dimensiones en sección transversal de 15 centímetros o más.
- El proceso de la presente invención es útil, además, para crear un tocho que comprende un revestimiento funcional antes de estirar con el uso de un revestimiento funcional para la segunda composición de polímeros. Por ejemplo, la segunda composición de polímeros puede ser una cubierta protectora tal como una capa o película resistente a rasguños y borrones, una capa o película resistente (absorbente) a radiación ultravioleta, una capa o una película coloreada o una capa o película que ofrece cualquier combinación de estas u otras funcionalidades. La creación de tochos que tienen uno o más de un revestimiento funcional es deseable en numerosas aplicaciones. Por ejemplo, puede concentrarse colorante en el revestimiento funcional donde será evidente mientras el tocho por debajo de la película pueda estar libre de colorante, ya que no se ve. Como otro ejemplo, partículas de caucho u otros aditivos resistentes a rasguños pueden concentrarse en un revestimiento funcional en un tocho donde se necesita resistencia a rasguños y borrones en vez de desaprovecharse en el interior del núcleo del tocho.
- Por supuesto, el proceso puede ofrecer ambas ventajas al mismo tiempo mediante la laminación de múltiples composiciones de polímeros juntas, en donde al menos dos son tochos y al menos una es un revestimiento funcional.
- El proceso de la presente invención es útil, además, para la incorporación de una composición de polímeros reciclados en una OPC. La composición de polímeros reciclados puede incluir uno cualquiera o combinación de más de uno de OPC reciclada, tochos reciclados y otro material de polímeros reciclados. En muchas aplicaciones, el color de una OPC es importante, aplicaciones tales como cubiertas, vallas, aislantes y cualquier otra aplicación expuesta. La incorporación de polímero reciclado en una OPC es deseable para minimizar los residuos. Sin embargo, puede ser difícil de emparejar el color de composiciones de polímeros reciclados con el de la composición de polímeros "virgen" (no reciclada), particularmente al incorporar composiciones de polímeros reciclados que tienen un color diferente del de la composición de polímeros virgen o del color deseado de la OPC resultante. Una modalidad deseable de la presente invención excluye cualquier necesidad de emparejar el color de la composición de polímeros reciclados con la composición de polímeros virgen, y de ese modo facilita la pronta incorporación de la composición de polímeros reciclados en cualquier OPC. La modalidad deseable intercala una composición de polímeros reciclados con la composición de polímeros virgen en un tocho laminado y la OPC resultante. Aún más deseablemente, el proceso adosa la composición de polímeros reciclados con la composición de polímeros virgen a lo largo de todas las dimensiones de longitud de la OPC y, preferentemente, del tocho laminado.
- Un modo de preparar un tocho de polímeros laminados con la composición de polímeros reciclados intercalada entre las composiciones de polímeros vírgenes, es mediante la preparación de un tocho de polímeros laminados que tiene al menos tres composiciones de polímeros en capas, de manera que una composición de polímeros es una composición de polímeros interior. La composición de polímeros interior se lamina a las otras dos composiciones de polímeros y se asienta entre las otras dos composiciones de polímeros.
- Un modo de preparar un tocho de polímeros laminados con la composición de polímeros virgen que adosa la composición de polímeros reciclados a lo largo de todas las dimensiones de longitud, es laminar una composición de polímeros reciclados, a y entre, dos composiciones de polímeros vírgenes que tienen perfiles complementarios, lo que significa que cuando las composiciones de polímeros vírgenes se laminan juntas ellas cubren toda la dimensión de longitud de la composición de polímeros reciclados. Las composiciones de polímeros vírgenes, deseablemente, se laminan después entre sí, así como también la composición de polímeros reciclados.
- Se concibe que las composiciones de polímeros vírgenes alcanzan sus perfiles complementarios después de la laminación a la composición de polímeros reciclados, por ejemplo, mediante plegado de la composición de polímeros virgen que se extiende más allá de una dimensión de la composición de polímeros reciclados, por encima de la composición de polímeros reciclados con el fin de adosar la composición de polímeros reciclados a lo largo de toda su dimensión de longitud.
- Un experto en la técnica reconoce que muchas variaciones de la formación de un tocho laminado son posibles, que incluyen muchas formas de colocar una composición de polímeros reciclados en el tocho laminado, de tal manera que

tiene una aparición mínima en una OPC resultante del estirado del tocho laminado. Por ejemplo, una composición de polímeros reciclados puede ser una de más de una de las composiciones de polímeros intercaladas entre las composiciones de polímeros vírgenes de cualquier manera descritas. La composición de polímeros reciclados puede ser, además, visible en un tocho laminado si es deseable.

En un tocho laminado, una cualquiera o más de una de las composiciones de polímeros puede ser una composición de polímeros orientados. Particularmente, cuando el tocho laminado comprende tres o más de una composición de polímeros laminados, una composición de polímeros interna puede ser una composición de polímeros orientables.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar aún más las modalidades de la presente invención.
Ejemplo Comparativo A - Tocho de Polímeros Único de gran dimensión

Preparar una composición de polímeros orientables mediante la combinación de 54 % en peso de polipropileno (resina INSPIRE® D404, INSPIRE es una marca comercial de The Dow Chemical Company) y 46 % en peso de talco (TC-100 de Luzenac) en un extrusor de doble tornillo cogiratorio de 40 milímetros (mm) y después granular la composición de polímeros. Alimentar el polímero y la carga en la relación en peso especificada a través de alimentadores dosificadores por pérdida de peso estándar. Fundir el polímero en el extrusor de mezclado y mezclar la carga en la matriz de polímeros para formar una mezcla de polímero/carga. Alimentar la mezcla de polímero/carga del extrusor de mezclado en un dispositivo de bombeo adecuado (*por ejemplo*, un extrusor de tornillo simple o bomba de engranajes) y después a través de un troquel multiagujeros para filamentos para producir múltiples filamentos de la mezcla polímero/carga. Enfriar los filamentos bajo el agua y cortarlos en gránulos.

Preparar un tocho a partir de los gránulos de la composición de polímeros orientables mediante alimentación de los gránulos a un extrusor, plastificar los gránulos a una temperatura de 198 °C (aproximadamente 30 °C por encima de la temperatura de ablandamiento de la composición de polímeros orientables) y extrudir la composición de polímeros orientables plastificada a través de un troquel para tochos rectangulares que tiene dimensiones de 5,08 centímetros (dos pulgadas) de ancho por 1,52 centímetros (0,6 pulgadas) de altura. Alimentar la composición de polímeros orientables extrudidos a través de un calibrador que tiene dimensiones de la abertura de 5,08 centímetros (dos pulgadas) por 1,52 centímetros (0,6 pulgadas) a un dispositivo de arrastre (*por ejemplo*, extractor de correa) y arrastrar la composición de polímeros orientables a una velocidad suficiente para rebajar la composición a una dimensión pequeña, lo suficiente para pasar a través de un troquel de estirado en estado sólido que se usará para estirar el tocho en la siguiente etapa, y extender el tiempo suficiente dentro del troquel en estado sólido hasta un extractor de estirado. Al alcanzar una longitud suficiente del tocho rebajado, ralentizar progresivamente la velocidad de arrastre para lograr un área de sección transversal gradualmente más grande para el tocho, hasta alcanzar la dimensión de la sección transversal completa de 5,08 centímetros por 1,52 centímetros. Cuando el tocho alcanza la dimensión de la sección transversal completa, entra en contacto con las paredes del calibrador, que alisa la superficie del tocho hasta una forma rectangular uniforme. Cortar el tocho después de alcanzar una longitud del tocho que tiene dimensiones de la sección transversal completa que es aproximadamente cuatro metros (13 pies) de largo. Repetir el proceso para cada tocho usado en los Ejemplos y Ejemplos Comparativos. Los tochos tienen insignificante volumen vacío. Por lo tanto, cualquier volumen vacío en las OPC resultantes es debido a la cavitación (es decir, el volumen vacío de la OPC es el volumen vacío cavitado)

Estirar los tochos de polímeros a través de un troquel de estirado en estado sólido. El troquel de estirado en estado sólido para su uso en el proceso de estirado es un troquel de estirado proporcional, aunque un troquel de estirado proporcional no es necesario para el alcance más amplio del proceso de la presente invención. En un troquel de estirado proporcional las paredes del canal de conformación definen un recorrido de estirado de la composición de polímeros que se extiende desde la abertura de entrada a la abertura de salida en la que todas las secciones transversales de la composición de polímeros tienen forma de sección transversal sustancialmente no circular proporcional, y tienen un centroide que descansa en una línea sustancialmente recta ("línea centroide") que se extiende paralela a la dirección de estirado. Todas las secciones transversales del canal de conformación son proporcionales entre sí y las paredes del canal de conformación continuamente se estrechan hacia una línea centroide a través del canal de conformación. La pared del canal de conformación en los "lados" del canal de conformación (que corresponde a la dimensión de 1,52 centímetros del tocho inicial) se estrecha hacia una línea centroide del canal de conformación en un ángulo de 15°. Las paredes del canal de conformación en la "parte superior" y "parte inferior" del canal de conformación (que corresponde a la dimensión de 5,08 centímetro del tocho inicial) se estrechan hacia la línea centroide del canal de conformación en un ángulo de 4,6°.

Estirar cada tocho a través del troquel de estirado en estado sólido para formar una OPC. Alimentar la porción estrecha del tocho a través del troquel de estirado, dentro de un tanque de atomización de agua a 23 °C que es de 1,5 metros (cinco pies) de largo y a un extractor del tocho. Acondicionar cada tocho a una temperatura de estirado (T_d) y fijar el troquel de estirado a la T_d . La T_d es 15 °C por debajo de la temperatura de ablandamiento de la composición de polímeros que comprende el tocho. Mantener el tocho antes del troquel de estirado y el troquel de estirado en la temperatura de estirado hasta el final del proceso de estirado. Estirar el tocho a través del troquel de estirado mediante incremento gradual de la velocidad (velocidad de estirado) en la que el extractor del tocho mueve el tocho a través del

troquel de estirado hasta conseguir una velocidad de estirado de 5,8 metros (19 pies) por minuto. Aumentar gradualmente la velocidad de estirado lo suficiente para evitar romper la OPC que sale del troquel de estirado. Durante el proceso de estirado, el tocho se experimenta cavitación, ya que experimenta orientación.

5 Ejemplo 1 - Tocho laminado de dimensiones similares al Tocho del Ejemplo Comparativo A

Preparar dos tochos iniciales en forma similar al tocho para el Ejemplo Comparativo A, excepto en la extrusión de la composición de polímeros a través del troquel que tiene una altura de 6,35 mm para producir un tocho que tiene aproximadamente la mitad de la altura (grosor) del tocho del Ejemplo Comparativo A.

10

Preparar un tocho laminado mediante soldadura por fusión de dos tochos iniciales juntos. Alinear dos tochos iniciales que son aproximadamente 20 pies de largo uno sobre el otro en un sistema transportador de rodillos. Calentar las superficies de los dos tochos iniciales que se enfrentan uno con el otro (superficies opuestas) a una temperatura de soldadura por fusión que es aproximadamente 10 °C por encima de su temperatura de ablandamiento mediante el uso de aire caliente dirigido a las superficies. Cuando las superficies alcanzan la temperatura de soldadura por fusión, transportar los tochos iniciales de manera que las superficies a la temperatura de soldadura por fusión, contactan entre sí y comprimir los tochos iniciales juntos durante aproximadamente 45 segundos, mediante direccionamiento a través de rodillos de compresión opuestos y después a través de cinturones de tracción. El resultado es un tocho laminado que comprende dos tochos iniciales que se sueldan juntos por fusión. El tocho laminado resultante tiene dimensiones similares al tocho en el Ejemplo Comparativo A.

15

20

Estirar el tocho laminado de la misma manera que en el Ejemplo Comparativo A para producir una OPC de la presente invención que comprende dos composiciones de polímeros laminados. Sorprendentemente, el tocho laminado produce una OPC sin fallas de soldadura por fusión. Además, el tocho laminado produjo una OPC que tiene resistencia y propiedades similares como un tocho de composición de polímeros única del Ejemplo Comparativo A. La Tabla 1 muestra la densidad y las propiedades de resistencia a la división para el Ejemplo Comparativo A (Ej. Comp. A) y el Ejemplo 1 (Ej. 1). La densidad de los tochos laminados antes del estirado es 1,31 gramos por centímetro cúbico.

25

Tabla 1

30

Muestra	Densidad (<i>g/centímetro cúbico</i>)	Resistencia a la división(<i>Newtons</i>)
Ej. Comp. A	0,83	25
Ejemplo 1	0,93 ^b	29

35

^a Medir la resistencia a la división de conformidad con la Prueba de resistencia a la división que se describe más abajo.

40

^b El Ejemplo 1 tiene una densidad ligeramente superior predominantemente debido a la cavitación inferior como resultado de tener una relación nominal de estirado más pequeña (NDR) en el proceso de estirado. El tocho laminado del Ejemplo 1 es ligeramente menos alto (grueso) que el tocho en el Ejemplo Comparativo A. No obstante, ambos tochos se estiran a través del mismo troquel. La NDR es la relación de las dimensiones de sección transversal del tocho con las dimensiones de la abertura de salida del troquel de estirado. Típicamente, la NDR más pequeña resulta en menos cavitación (mayor densidad). Ya que el Ejemplo 1 tiene una dimensión del tocho más pequeña que en el Ejemplo Comparativo A, podría esperarse, además, que tenga una densidad ligeramente superior.

45

Determinar la resistencia a la división de conformidad con la siguiente Prueba de resistencia a la División. Tomar una muestra de OPC que es de 2,54 centímetros de ancho y 2,54 centímetros de largo y 1,27 cm de grosor. En un extremo de la muestra de la OPC introducir una muesca que se extiende por el ancho de la OPC y se sitúa centralmente en la dimensión del grosor. Para el Ejemplo Comparativo A, introducir una muesca en un extremo por martilleo lentamente con una hoja de rasuradora en el extremo que se extiende por el ancho de la muestra y a mitad a través del grosor. La muesca debe correr paralela a la longitud de la muestra. Martillar con la hoja de rasuradora es suficiente para crear una muesca de 1,27 centímetros (0,5 pulgadas) de profundidad. Para el Ejemplo 1, crear una muesca que tiene la misma profundidad pero sin calentar un segmento de las superficies en el área de la muesca y de ese modo se evita la soldadura por fusión, donde está la muesca. La soldadura por fusión debe descansar en el plano de la muesca.

50

55

Taladrar dos agujeros de 1/16^{avo} de pulgada (1,59 milímetros) de diámetro por las muestras y la muesca que se extiende desde una superficie hasta la superficie opuesta de la muestra y perpendicular de un lado al otro de la muesca. Los agujeros están centrados 13 milímetros separados y 3,2 milímetros desde el extremo del extremo con muescas de la muestra. Ensartar un extremo de un alambre de acero galvanizado de calibre 24 a través del agujero en una superficie y a través de la muesca y enroscar a una porción del alambre antes del agujero con el fin de sujetar el alambre en un lazo a través de un agujero. Repetir con el otro extremo del alambre a través del otro orificio en la misma superficie de la muestra. La muestra debe tener un lazo de alambre sujeto a una mitad de la muestra en el mismo lado de la muesca.

60

65

Con un segundo alambre, repetir este proceso en el lado opuesto de la muestra a fin de crear un lazo de alambre metálico sujeto a la otra mitad de la muestra en el lado opuesto de la muesca como el primer alambre.

5 Unir los lazos de alambre a agarres opuestas en un Instron. Tirar de los alambres (y mitades opuestas de la muestra de la OPC) por separado, con el Instron a una velocidad de cruceta constante de 50,8 milímetros por minuto (dos pulgadas por minuto) hasta que la muestra de la OPC se divide. Registrar la fuerza máxima antes de la quebradura como la resistencia a la división de la muestra. Repetir la prueba con cinco muestras y tomar el promedio de la fuerza máxima antes de la quebradura de las repeticiones para establecer una resistencia a la división para cada una de las muestras del Ejemplo Comparativo A y muestras Ejemplo A.

10 Los datos del Ejemplo Comparativo A y el Ejemplo 1 ilustran que el tocho laminado produjo una OPC que tiene una resistencia y densidad similares a una OPC estirada de un único tocho no laminado. Este resultado es sorprendente; particularmente en vista del hecho de que es sorprendente que el tocho laminado simplemente evita la falla de la laminación (tal como la deslaminación) durante el estirado.

15 El Ejemplo Comparativo A y el Ejemplo 1 ilustran un proceso no continuo donde los tochos se sometieron a una extrusión en una etapa y, después se estiran (Ej. Comp. A) o laminan y estiran (Ej. 1) en una etapa separada. Idénticos resultados se esperan a partir de un proceso continuo, tanto para el Ej. Comp. A como el Ej. 1, donde el tocho procede directamente y continuamente de un extrusor, a través del acondicionamiento apropiado de la temperatura y después o se estira (para Ej. Comp. A), o se lamina para formar un tocho laminado seguido de estirado (para Ej. 1). Los beneficios del proceso de laminado son sumamente valiosos en un proceso continuo, donde minimizar el tiempo de enfriamiento necesario antes del estirado es valioso para maximizar la tasa de producción y minimizar la presencia de equipos (espacio necesario para equipos).

25 **Ejemplo 2 - Tocho laminado que comprende Composición de Polímeros Reciclados**

Preparar un tocho de polímeros de la composición de polímeros reciclados de la misma manera que la composición de polímeros vírgenes mediante la extrusión de la composición de polímeros reciclados a lo largo de un extrusor y un troquel de dimensiones deseables. Obtener la composición de polímeros reciclados, por ejemplo, por molienda hasta una OPC y después alimentar la OPC molida en un extrusor de la misma manera como el polímero virgen. Pueden ser deseables ajustes en el tamaño de partícula de la composición de polímeros molida reciclada y de la forma, para optimizar las propiedades del tocho de polímeros extrudido resultante.

35 Preparar un tocho de polímeros laminados y la OPC de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto en la sustitución del tocho de polímeros reciclados para uno de los tochos iniciales. De manera óptima, el tocho de polímero reciclado y el tocho inicial al que se lamina, comprende los mismos o muy similares polímeros para optimizar la resistencia en la soldadura por fusión.

40 Estirar el tocho laminado resultante a través de un troquel de estirado de la misma manera que en el Ejemplo 1 para lograr una OPC de la presente invención que comprende una composición de polímeros reciclados.

Una variación del Ejemplo 2 es laminar la composición de polímeros reciclados a dos tochos iniciales de tal manera que los tochos iniciales intercalan la composición de polímeros reciclados para crear un tocho laminado de tres capas, y después estirar el tocho laminado de tres capas para producir una OPC de la presente invención con una composición de polímeros reciclados interior.

50

Reivindicaciones

1. Un proceso que comprende las siguientes etapas en orden, opcionalmente con otras etapas existentes entre cualquiera de dos etapas: a. extrudir a partir de un extrusor una primera composición de polímeros orientables que tiene una superficie y núcleo donde primera composición de polímeros orientables, que incluye su superficie y núcleo, está a una temperatura de extrusión; b. enfriar la primera composición de polímeros orientables de manera que su superficie esté a una temperatura por debajo de la temperatura de extrusión; c. proporcionar una segunda composición de polímeros y adherir la segunda composición de polímeros a una superficie de la primera composición de polímeros orientables para formar un tocho laminado; d. acondicionar el tocho laminado a una temperatura de estirado que es menor que la temperatura de extrusión si el tocho laminado no está ya en la temperatura de estirado; y e. estirar el tocho laminado para formar una composición de polímeros orientados.
2. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la etapa (c) se repite cualquier número de veces para formar un tocho laminado que tiene más de dos composiciones de polímeros laminados entre sí.
3. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la etapa (c) se repite para proporcionar un tocho laminado que comprende al menos una composición de polímeros interior laminada a al menos otras dos composiciones de polímeros.
4. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque al menos una de la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros comprende la composición de polímeros reciclados.
5. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la segunda composición de polímeros es una composición de polímeros orientables.
6. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque una composición de polímeros orientable comprende una fase de polímeros orientables continua que comprende uno o más de uno de polipropileno, polietileno, poliéster y cloruro de polivinilo.
7. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la segunda composición de polímeros tiene una composición que es diferente de la primera composición de polímeros orientables.
8. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque tanto la primera composición de polímeros orientables como la segunda composición de polímeros tiene una temperatura de ablandamiento y en donde la etapa (c) incluye calentar la superficie de una o ambas de las composiciones de polímeros a una temperatura por encima de su temperatura de ablandamiento y después poner en contacto la superficie de la primera composición de polímeros orientables con la segunda composición de polímeros para lograr una soldadura por fusión entre las composiciones de polímeros y, opcionalmente, comprimir la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros juntas hasta que sueldan por fusión.
9. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la etapa (e) incluye estirar el tocho laminado a través de un troquel de estirado en estado sólido.
10. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la etapa (e) induce tanto la orientación como la cavitación en al menos la primera composición de polímeros orientables.
11. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque una o ambas de la primera composición de polímeros orientables y la segunda composición de polímeros comprenden carga inorgánica dispersa dentro de ellos.