

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 053**

51 Int. Cl.:

C08L 67/04 (2006.01)

B29C 48/32 (2009.01)

C08G 63/06 (2006.01)

C08G 63/08 (2006.01)

C08G 63/91 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2019** **PCT/US2019/034542**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2020** **WO20060597**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2019** **E 19734537 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2024** **EP 3853304**

54 Título: **Artículos de extrusión de perfil biodegradables**

30 Prioridad:

20.09.2018 US 201862733869 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.09.2024

73 Titular/es:

DANIMER IPCO, LLC (100.0%)
140 Industrial Boulevard
Bainbridge, GA 39817, US

72 Inventor/es:

JOHNSON, ADAM;
MCCLANAHAN, ERIC y
GRUBBS, III, JOE, B.

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 980 053 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

Artículos de extrusión de perfil biodegradables

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica el beneficio de la fecha de presentación anterior de la solicitud provisional de patente de EE. UU. 62/733,869, presentada el 20 de septiembre de 2018.

10 Campo

Esta descripción se refiere a composiciones poliméricas biodegradables. Más particularmente, esta descripción se refiere a objetos para servicio de alimentos biodegradables y otros artículos que se forman mediante moldeo por extrusión.

15

Antecedentes

Por comodidad, los consumidores frecuentemente utilizan objetos para servicio de alimentos y bebidas - tales como utensilios de comer, pajitas para beber, palitos salpicadores de bebidas, agitadores de bebidas, palillos de cóctel y mondadientes - que son desechables. Los objetos para servicio de alimentos desechables son particularmente convenientes para servir comida y bebida en restaurantes y en eventos de comidas al aire libre. A menudo, estos objetos se extruyen o moldean de cualquier otra manera a partir de materiales poliméricos.

25 Los polímeros convencionales derivados del petróleo, tales como polietileno (PE), polipropileno (PP) o tereftalato de polietileno (PET), presentan propiedades químicas y mecánicas que los hacen adecuados para extruirllos o moldearlos como objetos para servicio de alimentos.

30 Los objetos para servicio de alimentos desechables extruidos o moldeados a partir de polímeros convencionales derivados del petróleo, sin embargo, presentan un desafío ambiental debido a que dichos materiales no se descomponen ni se biodegradan cuando se desechan en vertederos. Más bien, dichos materiales pueden perdurar durante siglos cuando se entierran bajo tierra.

35 El documento WO 2010/151798 A2 se refiere a composiciones de composiciones de polímeros ramificados que comprenden polihidroxialcanoatos (PHA) y ya sea poli(succinato de butileno) (PBS) o adipato de succinato de polibutileno (PBSA) o sus combinaciones.

40 Por lo tanto, sería conveniente proporcionar objetos para servicio de alimentos y bebidas que estén formados por materiales poliméricos que sean biodegradables y que posean propiedades químicas y mecánicas adecuadas para poder formarlos mediante extrusión u otras tecnologías de moldeo.

Resumen de la invención

45 Las necesidades mencionadas anteriormente y otras se satisfacen con un artículo tubular biodegradable. De acuerdo con una modalidad, este artículo tubular biodegradable se moldea mediante extrusión de perfil a partir de una resina de polímero que está compuesta por al menos 25 por ciento en peso de al menos un polímero biodegradable.

50 En algunas modalidades, el artículo tubular biodegradable se selecciona preferentemente del grupo que consiste en tubos médicos, tubos de gas, tubos de laboratorio, tubos automotrices, pajitas para beber y agitadores de bebidas.

55 La resina de polímero está compuesta por al menos polímero biodegradable seleccionado del grupo que consiste en polihidroxialcanoatos, policaprolactona, ácido poliláctico, succinato de polibutileno, succinato de polibutileno-co-adipato de butileno, tereftalato de adipato de polibutileno, mezclas de dos o más de los polímeros mencionados anteriormente, y productos de reacción de dos o más de los polímeros mencionados anteriormente.

60 El al menos un polímero biodegradable incluye polihidroxialcanoatos, y los polihidroxialcanoatos están compuestos por aproximadamente 65 (preferentemente aproximadamente 70) a aproximadamente 99,5 por ciento en moles de restos hidroxibutirato y de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 35 (preferentemente aproximadamente 30) por ciento en moles de restos hidroxihexanoato. En algunos casos, los polihidroxialcanoatos pueden ser un terpolímero. Por ejemplo, los polihidroxialcanoatos pueden estar compuestos por residuos monoméricos de 3-hidroxibutirato, residuos monoméricos de 3-hidroxivalerato y
65 residuos monoméricos de 3-hidroxihexanoato.

- De acuerdo con ciertas modalidades, el al menos un polímero biodegradable incluye preferentemente polihidroxicanoatos con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 1000 Daltons a aproximadamente 2,5 millones de Daltons. De acuerdo con otras modalidades, el al menos un polímero biodegradable incluye preferentemente polihidroxicanoatos con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 Daltons a aproximadamente 7,5 millones de Daltons.
- El al menos un polímero biodegradable incluye un producto de reacción formado a partir de la extrusión reactiva de polihidroxicanoatos y un segundo polímero biodegradable de acuerdo con las reivindicaciones.
- De acuerdo con ciertas modalidades, el al menos un polímero biodegradable incluye preferentemente policaprolactona y/o ácido poliláctico con un peso molecular promedio en peso de 10 000 Daltons a aproximadamente 300 000 Daltons.
- En ciertas modalidades, la resina de polímero comprende preferentemente al menos un polímero biodegradable seleccionado del grupo que consiste en ácido poliláctico, succinato de polibutileno, succinato de polibutileno-co-adipato de butileno, tereftalato de adipato de polibutileno y mezclas de los mismos.
- En algunas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 1 a aproximadamente 50 por ciento en peso de al menos un relleno seleccionado del grupo que consiste en arcillas, carbonato de calcio, talco, caolinita, montmorillonita, bentonita, sílice, quitina, dióxido de titanio, nanoarcilla, nanocelulosa, mica y mezclas de los mismos.
- En algunos casos, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 20 por ciento en peso de al menos un agente de nucleación seleccionado del grupo que consiste en ceras de poliéster, behenamida, crodamida, estearamida, erucamida, pentaeritritol, dipentaeritritol, azufre y mezclas de los mismos.
- De acuerdo con ciertas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 25 por ciento en peso de al menos un polisacárido.
- En ciertas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 15 por ciento en peso de al menos un plastificante seleccionado del grupo que consiste en sebacatos, citratos, ésteres grasos de ácido adípico, ésteres grasos de ácido succínico, ésteres grasos de ácido glucárico, lactatos, diésteres alquílicos, ésteres alquilmetílicos, dibenzoatos, carbonato de propileno, dioles de caprolactona con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 200 a aproximadamente 10 000 g/mol, polietilenglicoles con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 400 a aproximadamente 10 000 g/mol, ésteres de aceites vegetales, ácidos alquílicos de cadena larga, adipatos, glicerol, derivados de isosorbida y mezclas de los mismos.
- En ciertas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 15 a aproximadamente 35 por ciento en peso de al menos un relleno, de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 5 por ciento en peso de al menos un agente de nucleación, y de aproximadamente 0,01 (preferentemente 0,05) a aproximadamente 2 de al menos un catalizador o iniciador de la polimerización.
- En un segundo aspecto, la presente descripción proporciona un método para fabricar un artículo tubular biodegradable. De acuerdo con una modalidad, el método incluye un paso inicial de proporcionar una resina de polímero que está compuesta por al menos 25 por ciento en peso de al menos un polímero biodegradable. Una carga de esta resina de polímero se calienta, en un extrusor, a una temperatura igual o superior al punto de fusión de la resina de polímero. Después, la carga de resina de polímero calentada se somete a extrusión de perfil a través de una matriz para formar un artículo tubular.
- En algunas modalidades, el artículo tubular biodegradable se selecciona preferentemente del grupo que consiste en tubos médicos, tubos de gas, tubos de laboratorio, tubos automotrices, pajitas para beber y agitadores de bebidas.
- En algunas modalidades, la resina de polímero está compuesta preferentemente por al menos polímero biodegradable seleccionado del grupo que consiste en polihidroxicanoatos, policaprolactona, ácido poliláctico, succinato de polibutileno, succinato de polibutileno-co-adipato de butileno, tereftalato de adipato de polibutileno, mezclas de dos o más de los polímeros mencionados anteriormente, y productos de reacción de dos o más de los polímeros mencionados anteriormente.
- El al menos un polímero biodegradable incluye polihidroxicanoatos, y los polihidroxicanoatos están compuestos por aproximadamente 65 (preferentemente aproximadamente 70) a aproximadamente 99,5 por ciento en moles de restos hidroxibutirato y de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 35 (preferentemente aproximadamente 30) por ciento en moles de restos hidroxihexanoato. En algunos casos, los polihidroxicanoatos pueden ser un terpolímero. Por ejemplo, los polihidroxicanoatos pueden estar compuestos por residuos monoméricos de 3-hidroxibutirato, residuos monoméricos de 3-hidroxivalerato y

residuos monoméricos de 3-hidroxihexanoato.

- 5 En ciertas modalidades, el al menos un polímero biodegradable incluye preferentemente polihidroxicanoatos con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 1000 Daltons a aproximadamente 2,5 millones de Daltons. De acuerdo con otras modalidades, el al menos un polímero biodegradable incluye preferentemente polihidroxicanoatos con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 Daltons a aproximadamente 7,5 millones de Daltons.
- 10 El al menos un polímero biodegradable incluye un producto de reacción formado a partir de la extrusión reactiva de polihidroxicanoatos y un segundo polímero biodegradable.
- 15 En algunas modalidades, en donde el al menos un polímero biodegradable incluye preferentemente policaprolactona y/o ácido poliláctico con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 Daltons a aproximadamente 300 000 Daltons.
- En algunos casos, la resina de polímero incluye preferentemente al menos un polímero biodegradable seleccionado del grupo que consiste en ácido poliláctico, succinato de polibutileno, succinato de polibutileno-co-adipato de butileno, tereftalato de adipato de polibutileno y mezclas de los mismos.
- 20 En ciertas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 1 a aproximadamente 50 por ciento en peso de al menos un relleno seleccionado del grupo que consiste en arcillas, carbonato de calcio, talco, caolinita, montmorillonita, bentonita, sílice, quitina, dióxido de titanio, nanoarcilla, nanocelulosa, mica y mezclas de los mismos.
- 25 En ciertas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 20 por ciento en peso de al menos un agente de nucleación seleccionado del grupo que consiste en ceras de poliéster, behenamida, crodamida, estearamida, erucamida, pentaeritritol, dipentaeritritol, azufre y mezclas de los mismos.
- 30 En algunas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 25 por ciento en peso de al menos un polisacárido.
- 35 En algunas modalidades se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 15 por ciento en peso de al menos un plastificante seleccionado del grupo que consiste en sebacatos, citratos, ésteres grasos de ácido adípico, ésteres grasos de ácido succínico, ésteres grasos de ácido glucárico, lactatos, diésteres alquílicos, ésteres alquilméticos, dibenzoatos, carbonato de propileno, dioles de caprolactona con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 200 a aproximadamente 10 000 g/mol, polietilenglicoles con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 400 a aproximadamente 10 000 g/mol, ésteres de aceites vegetales, ácidos alquílicos de cadena larga, adipatos, glicerol, derivados de isosorbida y mezclas de los mismos.
- 40 En algunas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 15 a aproximadamente 35 por ciento en peso de al menos un relleno, de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un agente de nucleación, y de aproximadamente 0,01 (preferentemente 0,05) a aproximadamente 2 por ciento en peso de al menos un catalizador o iniciador de la polimerización.
- 45 En otro aspecto más, el método de la presente descripción para fabricar un objeto para servicio de alimentos biodegradable. De acuerdo con una modalidad, el método incluye un paso inicial de proporcionar una resina de polímero que está compuesta por al menos 25 por ciento en peso de un primer y un segundo polímero biodegradable. Una carga de esta resina de polímero se calienta a una temperatura igual o superior al punto de fusión de la resina de polímero. El objeto para servicio de alimentos se moldea a partir de la carga de resina de polímero.
- 50 En ciertas modalidades, se prefiere que el objeto para servicio de alimentos biodegradable comprenda un utensilio de comer, un palito salpicador de bebidas, un palillo de cóctel o un mondadientes.
- 55 En ciertas modalidades, se prefiere que el al menos un polímero biodegradable en la carga de resina de polímero esté compuesto por un producto de reacción formado a partir de la extrusión reactiva del primer y segundo polímeros biodegradables.
- 60 Descripción detallada
- De acuerdo con la presente descripción, se proporcionan artículos biodegradables, tales como artículos tubulares, así como también objetos para servicio de alimentos biodegradables. Estos artículos tubulares y objetos para servicio de alimentos biodegradables se moldean por extrusión a partir de una resina de polímero que está compuesta por al menos 25 por ciento en peso de al menos un polímero biodegradable.
- 65

En un primer aspecto, varios objetos para servicio de alimentos pueden moldearse por extrusión de acuerdo con la presente descripción. Como se utiliza aquí, un "objeto para servicio de alimentos" también incluye los objetos para servicio principalmente utilizados con bebidas. Ejemplos de objetos para servicio de alimentos que pueden moldearse por extrusión de acuerdo con la presente descripción incluyen tanto objetos tubulares como no tubulares, tales como utensilios de comer (tales como tenedores, cucharas, cuchillos y cucharillas), pajitas para beber, palitos salpicadores de bebidas, agitadores de bebidas, palillos de cóctel y mondadientes. En una modalidad más preferida, el objeto para servicio de alimentos es una pajita o más específicamente una pajita para beber.

Además, los artículos tubulares que no son objetos para servicio de alimentos (tales como tubos médicos, tubos de gas, tubos de laboratorio o automotrices) también pueden moldearse por extrusión de acuerdo con la presente descripción. En una modalidad, el tubo puede ser un tubo médico, adecuado para su uso en la recolección de sangre, para líneas IV, etcétera. El tubo médico generalmente tiene un diámetro exterior de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 100 milímetros y un grosor de pared del tubo de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 10 milímetros.

Estos artículos tubulares y otros objetos para servicio de alimentos proporcionados de acuerdo con la presente descripción son preferentemente biodegradables. Con respecto a esto, el término "biodegradable" como se utiliza en la presente descripción se refiere a un recubrimiento de material plástico o polimérico que experimentará biodegradación por un organismo vivo (microbios) en ambientes anaeróbicos y aeróbicos (según lo determinado por ASTM D5511), en ambientes de suelo (según lo determinado por ASTM 5988), en ambientes de agua dulce (según lo determinado por ASTM D5271 (EN 29408)), o en ambientes marinos (según lo determinado por ASTM D6691). La biodegradabilidad de los plásticos biodegradables también se puede determinar utilizando ASTM D6868 y la norma europea EN 13432.

Como se indicó anteriormente, los artículos tubulares y otros objetos para servicio de alimentos se moldean por extrusión a partir de una resina de polímero que está compuesta por al menos 25 por ciento en peso de al menos un polímero biodegradable. Con mayor preferencia, la resina de polímero incluye de aproximadamente 40 por ciento en peso a aproximadamente 95 por ciento en peso de al menos un polímero biodegradable.

En general, esta resina de polímero está compuesta preferentemente por al menos un polímero biodegradable seleccionado del grupo que consiste en polihidroxialcanoatos, policaprolactona, ácido poliláctico, succinato de polibutileno, succinato de polibutileno-co-adipato de butileno, tereftalato de adipato de polibutileno, mezclas de dos o más de estos polímeros, y productos de reacción de dos o más de estos polímeros.

El al menos un polímero biodegradable incluye polihidroxialcanoatos ("PHA"). Estos polihidroxialcanoatos son un copolímero compuesto por de aproximadamente 65 (preferentemente aproximadamente 70) a aproximadamente 99,5 por ciento en moles de restos hidroxibutirato y de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 35 (preferentemente aproximadamente 30) por ciento en moles de restos hidroxihexanoato. Con mayor preferencia, los copolímeros de polihidroxialcanoato están compuestos por de aproximadamente 85 a aproximadamente 99 por ciento en moles de restos hidroxibutirato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 15 por ciento en moles de restos hidroxihexanoato. Alternativamente, en algunos casos, el copolímero puede incluir restos hidroxivalerato, grupos de hidroxioctanoato y/o restos hidroxidecanoato.

En algunos casos, los polihidroxialcanoatos pueden ser un terpolímero. Por ejemplo, los polihidroxialcanoatos pueden estar compuestos por residuos monoméricos de 3-hidroxibutirato, residuos monoméricos de 3-hidroxivalerato y residuos monoméricos de 3-hidroxihexanoato.

En algunos casos, los polihidroxialcanoatos tienen preferentemente un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 1000 Daltons a aproximadamente 2,5 millones de Daltons. En otros casos, los polihidroxialcanoatos tienen preferentemente un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 Daltons a aproximadamente 7,5 millones de Daltons, y con mayor preferencia de aproximadamente 50 000 Daltons a aproximadamente 1,5 millones de Daltons.

En algunas modalidades preferidas, el al menos un polímero biodegradable incluye preferentemente un producto de reacción formado a partir de la extrusión reactiva de polihidroxialcanoatos y un segundo polímero biodegradable.

En otra modalidad preferida, la resina de polímero incluye preferentemente al menos un polímero biodegradable seleccionado del grupo que consiste en ácido poliláctico, succinato de polibutileno, succinato de polibutileno-co-adipato de butileno, tereftalato de adipato de polibutileno y mezclas de los mismos. En una modalidad particularmente preferida, el al menos un polímero biodegradable incluye preferentemente policaprolactona y/o ácido poliláctico con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 Daltons a aproximadamente 300 000 Daltons, y con mayor preferencia de aproximadamente 30 000 Daltons a aproximadamente 250 000 Daltons.

Además del polímero biodegradable, los artículos tubulares y/u otros objetos para servicio de alimentos también pueden incluir, opcionalmente, otros componentes. Por ejemplo, la resina también puede incluir un relleno, un agente de nucleación, un polisacárido y/o un plastificante.

5 Por lo tanto, en algunas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 1 a aproximadamente 50 por ciento en peso de al menos un relleno seleccionado del grupo que consiste en arcillas, carbonato de calcio, talco, caolinita, montmorillonita, bentonita, sílice, quitina, dióxido de titanio, nanoarcilla, nanocelulosa, mica y mezclas de los mismos.

10 En algunos casos, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 20 por ciento en peso de al menos un agente de nucleación seleccionado del grupo que consiste en ceras de poliéster, behenamida, crodamida, estearamida, erucamida, pentaeritritol, dipentaeritritol, azufre y mezclas de los mismos.

15 En algunos casos, también se prefiere que la resina de polímero incluya de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 25 por ciento en peso de al menos un polisacárido.

20 En ciertas modalidades, se prefiere que la resina de polímero también incluya de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 15 por ciento en peso de al menos un plastificante seleccionado del grupo que consiste en sebacatos, citratos, ésteres grasos de ácido adípico, ésteres grasos de ácido succínico, ésteres grasos de ácido glucárico, lactatos, diésteres alquílicos, ésteres alquilméticos, dibenzoatos, carbonato de propileno, dioles de caprolactona con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 200 a aproximadamente 10 000 g/mol, polietilenglicoles con un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 400 a aproximadamente 10 000 g/mol, ésteres de aceites vegetales, ácidos alquílicos de cadena larga, adipatos, glicerol, derivados de isosorbida y mezclas de los mismos.

25 La presente descripción también proporciona un método para fabricar los artículos tubulares y/o los objetos para servicio de alimentos biodegradables, utilizando moldeo por extrusión. Esto implica un paso inicial de proporcionar una resina de polímero que está compuesta por al menos 25 por ciento en peso de al menos un polímero biodegradable. Una carga de esta resina de polímero se calienta, en un extrusor, a una temperatura igual o superior al punto de fusión de la resina de polímero. La temperatura exacta a la que se calienta la resina de polímero puede variar ligeramente, en dependencia de la composición precisa de la resina de polímero - el tipo de polímero biodegradable, el peso molecular del polímero biodegradable, la cantidad de aditivos, etc. En general, la resina de polímero se calienta a una temperatura de aproximadamente 125 °C a aproximadamente 280 °C, y con mayor preferencia se calienta a una temperatura de aproximadamente 145 °C a aproximadamente 240 °C.

35 Una vez calentada, la carga de resina de polímero se extruye a través de una matriz. Para formar artículos generalmente tubulares (tales como tubos médicos, tubos de gas, tubos de laboratorio, tubos automotrices, pajitas para beber y agitadores de bebidas) de acuerdo con la presente descripción, la carga de resina de polímero se extruye preferentemente en perfil a través de la matriz. En la extrusión de perfil, el polímero se extruye como una forma más tridimensional, en lugar de simplemente una lámina o película plana generalmente bidimensional. El objeto para servicio de alimentos de extrusión de perfil puede incluir una cavidad interior hueca - tal como con una pajita para beber. En tal caso, se puede introducir un flujo de aire o un gas inerte en la matriz, para evitar el colapso de esta cavidad hueca inmediatamente después de la extrusión inicial de la carga de polímero.

40 Después de someterlos a extrusión de perfil y formarlos, preferentemente los objetos tubulares se enfrían después, por ejemplo, utilizando un baño de agua fría, para cristalizar y solidificar los polímeros y cortar a la longitud final para formar el artículo tubular terminado.

50 En una modalidad particularmente preferida, la resina de polímero utilizada en la extrusión de perfil puede incluir un polímero biodegradable que se forma durante un paso anterior de extrusión reactiva. Por ejemplo, de acuerdo con la presente descripción, dos biopolímeros pueden reaccionar entre sí - para formar un nuevo polímero más grande - durante la extrusión reactiva inicial. Un polihidroxialcanoato puede reaccionar, por ejemplo, durante la extrusión reactiva inicial con un segundo polímero biodegradable, tal como ácido poliláctico o policaprolactona. En otros casos, sin embargo, dos homopolímeros diferentes de polihidroxialcanoatos pueden reaccionar entre sí durante la extrusión reactiva, para de esta manera formar un nuevo copolímero de polihidroxialcanoato más grande.

60 En el caso de la extrusión reactiva, también se puede incluir una pequeña cantidad de un catalizador y/o iniciador de reacción en la carga de resina de polímero, para facilitar la reacción durante la extrusión. Por ejemplo, la carga de resina de polímero incluye una cantidad mínima de epóxidos, isocianatos, acrilatos, anhídridos, ácidos y/o alcoholes para la polimerización, reticulación o curado de la resina durante la extrusión.

65 Durante la extrusión reactiva inicial, se prefiere que la resina de polímero se forme como gránulos u otra forma pequeña y estandarizada. Después, estos gránulos de enfrían y solidifican. En esta forma granulada, la resina

de polímero puede almacenarse hasta convertirla en un artículo moldeado final.

Con respecto a esto, la extrusión reactiva puede utilizarse, si se desea, junto con la extrusión de perfil de artículos tubulares, como se mencionó anteriormente. En otros casos, sin embargo, la extrusión reactiva de la presente descripción también puede utilizarse en la extrusión que no es de perfil para la fabricación de artículos que no son de forma generalmente tubular. En tales modalidades, en lugar de extruirse en su forma final de producto, la resina de polímero se puede volver a fundir y extruir en un perfil de molde para formar la forma final, no tubular, del objeto para servicio de alimentos. Una vez que se ha llenado el perfil de molde, la resina de polímero se enfría y se retira del perfil de molde.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos no limitantes ilustran varios aspectos adicionales de la invención. A menos que se indique de otra forma, las temperaturas están en grados Celsius y los porcentajes son en peso en base al peso seco de la formulación.

Ejemplo 1: Primero un extrusor de doble tornillo granuló PHA (es decir, convirtió PHA de forma de polvo a forma de gránulo) utilizando temperaturas de 50 °F a 350 °F (10,0 °C a 176,67 °C) y velocidades de alimentación de un mínimo de 70 libras (31,75 kg) por hora. Una vez fabricados, los gránulos de PHA se secaron adecuadamente en un secador de resina de aire caliente durante 24 horas y después se mezclaron con un componente polimérico compostable añadido para proporcionar flexibilidad, un agente de nucleación y un relleno estructural mediante el uso de un extrusor de doble tornillo con el empleo de una rampa de temperatura de 50 °F a 350 °F (10,0 °C a 176,67 °C) y velocidades de alimentación de un mínimo de 50 libras (22,68 kg) por hora. Las resinas resultantes tienen forma de gránulos. Posteriormente, los gránulos se convirtieron en pajitas mediante un extrusor de tornillo único utilizando una rampa de temperatura de 270 °F a 360 °F (132,22 °C a 182,22 °C) y con una matriz en forma de perfil de pajita. Posteriormente, el perfil del extrusor se enfrió y cristalizó mediante un baño de agua fría y después se cortó en pajitas de longitud y dimensiones adecuadas. La última pajita tiene un rango de grosor de pared de 6 a 7 mils (0,15 a 0,18 mm), una longitud de 2 a 8 pulgadas (5,08 a 20,32 cm) y un diámetro interno de 50 a 292 mils (1,27 a 7,42 mm).

Ejemplo 2: El proceso se repitió pero utilizando 20 a 80 % en peso de PHA, 2 a 30 % en peso de poli(ácido láctico), 10 a 50 % en peso de tereftalato de adipato de polibutileno, 10 a 35 % en peso de carbonato de carbono, 0,05 a 0,5 % en peso de 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano y 0,05 a 3 % en peso de pentaeritritol como materiales componentes para la resina de pajita finalizada.

Ejemplo 3: El proceso se repitió, pero utilizando 20 a 80 % en peso de PHA, 2 a 30 % en peso de poli(ácido láctico), 10 a 35 % en peso de carbonato de calcio, 0,05 a 0,5 % en peso de 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano y 0,05 a 3 % en peso de pentaeritritol como materiales componentes para la resina de pajita finalizada.

Ejemplo 4: El proceso se repitió, pero utilizando 20 a 80 % en peso de PHA, 2 a 30 % en peso de poli(ácido láctico), 10 a 35 % en peso de carbonato de calcio, 0,05 a 0,5 % en peso de 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano, 0,05 a 3 % en peso de pentaeritritol y 0,05 a 3 % en peso de docosanamida como materiales componentes para la resina de pajita finalizada.

Ejemplo 5: El proceso se repitió pero utilizando 20 a 80 % en peso de PHA, 2 a 30 % en peso de poli(ácido láctico), 10 a 35 % en peso de carbonato de calcio, 0,05 a 0,5 % en peso de 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano, 0,01 a 3 % en peso de pentaeritritol, 1 a 10 % en peso de polietilenglicol y 0,01 a 3 % en peso de docosanamida como materiales componentes para la resina de pajita finalizada.

Ejemplo 6: El proceso se repitió, pero utilizando 20 a 80 % en peso de PHA, 2 a 30 % en peso de poli(ácido láctico), 10 a 35 % en peso de carbonato de calcio, 0,05 a 0,5 % en peso de 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano, 0,05 a 3 % en peso de pentaeritritol, 1 a 10 % en peso de polietilenglicol y 0,05 a 3 % en peso de docosanamida como materiales componentes para la resina de pajita finalizada.

Ejemplo 7: El proceso se repitió, pero utilizando 20 a 80 % en peso de PHA, 2 a 30 % en peso de poli(ácido láctico), 10 a 50 % en peso de succinato de polibutileno co-adipato, y 0,05 a 3 % en peso de pentaeritritol como materiales componentes para la resina de pajita finalizada.

Ejemplo 8: El proceso se repitió, pero utilizando 20 a 80 % en peso de PHA, 10 a 50 % en peso de poli(butileno succinato co-adipato), 1 a 10 % en peso de polietilenglicol y 0,05 a 3 % en peso de pentaeritritol como materiales componentes para la resina de pajita finalizada.

Ejemplo 9: El proceso se repitió, pero utilizando 20 a 80 % en peso de PHA, 2 a 30 % en peso de poli(ácido láctico), 10 a 35 % en peso de carga estructural de arcilla de caolín, 1 a 10 % en peso de polietilenglicol, 0,05 a 3 % en peso de pentaeritritol y 0,05 a 0,5 % en peso de 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano como

materiales componentes para la resina de pajita finalizada.

5 Ejemplo 10: El proceso se repitió, pero utilizando 20 a 80 % en peso de PHA, 2 a 30 % en peso de poli(ácido láctico), poli(ácido láctico), 10 a 35 % en peso de talco, 1 a 10 % en peso de polietilenglicol, 0,05 a 3 % en peso de pentaeritritol y 0,05 a 0,5 % en peso de dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano como materiales componentes para la resina de pajita finalizada.

10 La descripción anterior de las modalidades preferidas de esta invención se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos. No se pretende que sean exhaustivos ni que limiten la invención a la forma precisa descrita. Son posibles modificaciones o variaciones evidentes a la luz de las enseñanzas anteriores. Las modalidades se eligen y describen en un esfuerzo por proporcionar las mejores ilustraciones de los principios de la invención y su aplicación práctica, y de esta manera permitir a un experto en la técnica utilizar la invención en varias modalidades y con varias modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado. Todas estas modificaciones y variaciones se encuentran dentro del alcance de la invención, según lo determinado por las reivindicaciones adjuntas cuando se interpretan de acuerdo con la amplitud a la que tienen derecho de manera
15 justa, legal y equitativa.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo tubular biodegradable, en donde el artículo tubular se moldea por extrusión de perfil a partir de una resina de polímero que comprende al menos 25 por ciento en peso de al menos un polímero biodegradable,
 5 en donde el al menos un polímero biodegradable comprende un producto de reacción formado a partir de la extrusión reactiva de polihidroxiálcanoatos y un segundo polímero biodegradable; y
 en donde los polihidroxiálcanoatos comprenden de aproximadamente 65 a aproximadamente 99,5 por ciento en moles de restos hidroxibutirato y de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 35 por ciento en moles
 10 de restos hidroxihexanoato; y
 en donde la extrusión reactiva se cataliza mediante un catalizador de polimerización seleccionado del grupo que consiste en epóxidos, isocianatos, acrilatos, anhídridos, ácidos y/o alcoholes.
2. El artículo tubular biodegradable de la reivindicación 1, en donde el artículo tubular se selecciona del
 15 grupo que consiste en tubos médicos, tubos de gas, tubos de laboratorio, tubos automotrices, pajitas para beber y agitadores de bebidas.
3. El artículo tubular biodegradable de la reivindicación 1, en donde la resina de polímero comprende al menos un polímero biodegradable seleccionado del grupo que consiste en polihidroxiálcanoatos,
 20 policaprolactona, ácido poliláctico, succinato de polibutileno, succinato de polibutileno-co-adipato de butileno, tereftalato de adipato de polibutileno, mezclas de dos o más de los polímeros mencionados anteriormente, y productos de reacción de dos o más de los polímeros mencionados anteriormente.
4. El artículo tubular biodegradable de la reivindicación 1, en donde la resina de polímero comprende al menos un polímero biodegradable seleccionado del grupo que consiste en ácido poliláctico, succinato de
 25 polibutileno, adipato de succinato de polibutileno, tereftalato de adipato de polibutileno y mezclas de los mismos.
5. El artículo tubular biodegradable de la reivindicación 1, en donde la resina de polímero comprende además de aproximadamente 1 a aproximadamente 50 por ciento en peso de al menos un relleno seleccionado del grupo que consiste en arcillas, carbonato de calcio, talco, caolinita, montmorillonita, bentonita, sílice, quitina,
 30 dióxido de titanio, nanoarcilla, nanocelulosa, mica y mezclas de los mismos.
6. El artículo tubular biodegradable de la reivindicación 1, en donde la resina de polímero comprende además de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 20 por ciento en peso de al menos un agente de nucleación seleccionado del grupo que consiste en ceras de poliéster, behenamida, cromamida, estearamida, erucamida, pentaeritritol, azufre, dipentaeritritol y mezclas de los mismos.
7. El artículo tubular biodegradable de la reivindicación 1, en donde la resina de polímero comprende además de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 25 por ciento en peso de al menos un polisacárido.
8. El artículo tubular biodegradable de la reivindicación 1, en donde la resina de polímero comprende además de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 15 por ciento en peso de al menos un plastificante seleccionado del grupo que consiste en sebacatos, citratos, ésteres grasos de ácido adípico, ésteres grasos
 45 de ácido succínico, ésteres grasos de ácido glucárico, lactatos, diésteres alquílicos, ésteres alquilmétílicos, dibenzoatos, carbonato de propileno, ésteres de aceites vegetales, ácidos alquílicos de cadena larga, adipatos, glicerol, derivados de isosorbida y mezclas de los mismos.
9. El artículo tubular biodegradable de la reivindicación 1, en donde la resina de polímero comprende además de aproximadamente 15 a aproximadamente 35 por ciento en peso de al menos un relleno, de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un agente de nucleación, y de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 2 de al menos un catalizador o iniciador de la polimerización.
10. Un método para fabricar un artículo tubular biodegradable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, el método comprende los pasos de:
 55 proporcionar una resina de polímero que comprende al menos 25 por ciento en peso de al menos un polímero biodegradable;
 calentar una carga de la resina de polímero, en un extrusor, a una temperatura igual o superior al punto de fusión de la resina de polímero; y
 60 someter a extrusión de perfil la carga de resina de polímero a través de una matriz para formar el artículo tubular, en donde el al menos un polímero biodegradable en la carga de resina de polímero comprende polihidroxiálcanoatos y un segundo polímero biodegradable.
11. Un método para fabricar un objeto para servicio de alimentos biodegradable, el método comprende los
 65 siguientes pasos:
 proporcionar una resina de polímero que comprende al menos 25 por ciento en peso de un primer y un

- segundo polímero biodegradable;
 calentar una carga de la resina de polímero a una temperatura igual o superior al punto de fusión de la resina de polímero; y
 moldear un objeto para servicio de alimentos a partir de la carga de resina de polímero,
- 5 en donde el al menos un polímero biodegradable en la carga de resina de polímero comprende polihidroxicanoatos y un segundo polímero biodegradable, en donde el objeto para servicio de alimentos comprende un producto de reacción formado a partir de la extrusión reactiva de los polihidroxicanoatos y el segundo polímero biodegradable, y
- 10 en donde los polihidroxicanoatos comprenden de aproximadamente 65 a aproximadamente 99,5 por ciento en moles de restos hidroxibutirato y de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 35 por ciento en moles de restos hidroxihexanoato; y
- en donde la extrusión reactiva se cataliza mediante un catalizador de polimerización seleccionado del grupo que consiste en epóxidos, isocianatos, acrilatos, anhídridos, ácidos y/o alcoholes.
- 15 12. El método de la reivindicación 11, en donde el objeto para servicio de alimentos biodegradable comprende un utensilio de comer, un palito salpicador de bebidas, un palillo de cóctel o un mondadientes.