(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 748 810**

(51) Int. CI.:

C08G 18/48 (2006.01)
C08J 3/12 (2006.01)
C08J 5/12 (2006.01)
C08J 7/04 (2006.01)
C08J 9/33 (2006.01)
C08K 7/22 (2006.01)
C08K 9/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2016 PCT/US2016/033298**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016 WO16187438**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2016 E 16727268 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 3298054**

(54) Título: **Artículo que comprende partículas tubulares**

(30) Prioridad:

19.05.2015 US 201562163576 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2020

(73) Titular/es:

BASF SE (100.0%)
Carl-Bosch-Strasse 38
67056 Ludwigshafen am Rhein, DE

(72) Inventor/es:

MARTIN, BRAD, J.

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Artículo que comprende partículas tubulares

Campo de la divulgación

La presente divulgación generalmente se relaciona con un artículo que tiene una densidad particular y que incluye una pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas. Más específicamente, las partículas tubulares incluyen una espuma de elastómero termoplástico y un polímero dispuesto sobre una superficie exterior de la espuma de elastómero termoplástico como una capa más externa de las partículas.

Antecedentes

Las partículas de espuma termoplástica se pueden usar para formar un material similar a un cojín combinando las partículas holgadamente o uniéndolas para formar una red de partículas conectadas. La unión de partículas se puede lograr mediante el uso de pegamentos termoendurecibles o usando la temperatura y la presión junto con el comportamiento termoplástico (fusión) inherente de las partículas para fusionarlas entre sí. Durante el proceso de unión, las partículas generalmente se colocan en un molde bajo presión para formar un artículo. Si se usa la temperatura para unir las partículas (por ejemplo, mediante el moldeo de grietas en el cofre de vapor), el punto de fusión de las partículas generalmente se aproxima/excede para permitir la fusión en el molde. Las temperaturas elevadas junto con la presión en el molde pueden tener una consecuencia no deseada de distorsionar permanentemente las partículas, lo que conduce a una contracción no deseada del artículo. En consecuencia, sigue habiendo oportunidades de mejora.

Resumen de la divulgación

Esta divulgación proporciona un artículo que tiene una densidad de 0.03 a 0.45 g/cc e incluye una pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas que están orientadas aleatoriamente en el artículo. Las partículas tubulares incluyen una espuma de elastómero termoplástico y un polímero dispuesto sobre una superficie exterior de la espuma de elastómero termoplástico como una capa más externa de las partículas. Cada una de las espumas de elastómero termoplástico y el polímero tienen independientemente una temperatura de reblandecimiento determinada de acuerdo con el documento DIN 1SO306. La temperatura de reblandecimiento del polímero es al menos 5°C menor que la temperatura de reblandecimiento de la espuma de elastómero termoplástico.

Esta divulgación también proporciona un método para formar el artículo. El método incluye el paso de proporcionar un elastómero termoplástico y el polímero, y el paso de coextrudir el elastómero termoplástico y el polímero para formar un producto extrudido tubular en el que el elastómero termoplástico se espuma para formar una espuma de elastómero termoplástico durante la coextrusión, y el polímero es dispuesto sobre una superficie exterior de la espuma de elastómero termoplástico como una capa más externa del producto extrudido tubular. El método también incluye el paso de segmentar el producto extrudido tubular para formar la pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas. Además, el método incluye los pasos de disponer la pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas en un molde y calentar la pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas para formar el artículo de manera que la pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas estén orientadas aleatoriamente en el artículo.

Breve descripción de las figuras

Otras ventajas de la presente divulgación se apreciarán fácilmente, ya que se entiende mejor por referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considera en relación con los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es una vista lateral en corte transversal de una realización de una partícula de la presente divulgación;

La Figura 2 es una vista lateral en corte transversal de otra realización de una partícula de la presente divulgación;

La Figura 3 es una vista lateral en corte transversal de una realización de un producto extrudido de la presente divulgación;

La Figura 4 es una vista lateral en corte transversal de una realización de una pluralidad de partículas de la presente divulgación instantánea; y

La Figura 5 es una vista lateral en corte transversal de una realización del artículo de la presente divulgación.

Descripción detallada de la presente divulgación

Esta divulgación proporciona un artículo (10) que tiene una densidad de 0.03 a 0.45 g/cc, por ejemplo como se muestra en la Figura 5. El artículo (10) en sí no está particularmente limitado en dimensiones, tamaño o tipo. En diversas realizaciones, el artículo (10) es una suela de zapato, un cojín para muebles, un cojín para automóvil, un colchón, una superficie de piso, un sustrato de piso, etc. En otras realizaciones, la densidad del artículo (10) es de 0.03 a 0.4, de 0.05 a 0.4, de 0.1 a 0.35, de 0.15 a 0.3, de 0.2 a 0.25, de 0.03 a 0.1, de 0.03 a 0.25, de 0.03 a 0.2, de 0.03 a 0.15, de 0.03 a 0.05, de 0.04 a 0.09, de 0.05 a 0.08, de 0.06 a 0.07, de 0.1 a 0.45, de 0.15 a 0.4, de 0.2 a

0.35, o de 0.25 a 0.3, g/cc (o g/ml). El artículo (10) también tiene típicamente una resistencia a la rotura máxima de 0.1 a 4.0 megapascales, de 0.4 a 3.0 megapascales o de 0.5 a 1.5 megapascales, según se determina utilizando la norma ASTM D 5035.

Partículas tubulares anisotrópicas:

El artículo (10) incluye una pluralidad de partículas (12) tubulares anisotrópicas, descritas en lo sucesivo como "partículas (12)", por ejemplo como se muestra en la Figura 4. La terminología "pluralidad" describe que el artículo (10) incluye múltiples partículas (12), es decir, tres o más. La terminología "anisotrópica" describe que las partículas (12) exhiben propiedades físicas que tienen diferentes valores cuando se miden en diferentes direcciones. Por ejemplo, la partícula puede requerir una cantidad particular de fuerza para colapsar la partícula cuando esa fuerza se aplica al lado de la partícula. Esta cantidad de fuerza requerida puede ser diferente cuando se aplica al final de la partícula para colapsar la partícula. Las partículas (12) son tubulares y pueden ser sólidas o huecas. En una realización, las partículas (12) se describen como cilindros huecos. En otra realización, las partículas (12) se describen como cilindros sólidos.

La sección transversal de las partículas (12) puede ser circular, ovalada, cuadrada, rectangular o de cualquier otra forma. En otras palabras, la terminología "tubular" no se limita a la sección transversal circular u ovalada. Sin embargo, en las figuras, los cortes transversales son aproximadamente circulares. Las partículas (12) pueden describirse como formas huecas o sólidas que tienen una longitud y una sección transversal que puede tener cualquier forma. En otras realizaciones, las partículas (12) son formas tubulares curvadas/dobladas o formas bramidas/"acordeón". Curvar/doblar las partículas (12) puede dar como resultado diferentes propiedades, al igual que las partículas (12). Las partículas (12) pueden describirse alternativamente como tuberías, conductos, tubos, cilindros, etc. El uso de partículas tubulares típicamente permite lograr una menor densidad a granel del artículo. Dicho de otra manera, la geometría de las partículas típicamente permite una mayor reducción de la densidad, por ejemplo, en relación con un artículo comparativo que se forma sin la tecnología de esta divulgación.

Las partículas (12) están orientadas aleatoriamente en el artículo (10), por ejemplo en tres dimensiones En otras palabras, las partículas (12) no están dispuestas unidireccionalmente o en ninguna dirección o direcciones particulares en el artículo (10). Las partículas (12) están típicamente orientadas al azar o dispersas en el artículo (10) en las dimensiones x, y e z. Típicamente, una sección transversal del artículo (10) no revelaría ningún patrón en la orientación o dispersión de las partículas (12) en el artículo (10).

Las partículas (12) se fusionan típicamente, pero no necesariamente tienen que “fusionarse” siempre que el artículo tenga la densidad mencionada anteriormente. En una realización, algunas de las partículas (12) se fusionan entre sí y otras no. Típicamente, si se fusionan, las partículas (12) se fusionan usando el método descrito a continuación. Las partículas (12) pueden fusionarse entre sí en una pluralidad de puntos, por ejemplo a lo largo de un borde de las partículas (12) o a lo largo o a través de una superficie (26) exterior de las partículas (12). Alternativamente, las partículas (12) pueden fusionarse entre sí en una o más interfaces de capas exteriores de varias partículas (12). Las partículas pueden fundirse juntas o adherirse entre sí, de cualquier manera, siempre que se logre la densidad mencionada anteriormente.

Las partículas (12) incluyen una espuma (14) de elastómero termoplástico y un polímero (16) dispuesto sobre una superficie (26) exterior de la espuma (14) de elastómero termoplástico como una capa (24) más externa de las partículas (12). Este polímero (16) puede describirse alternativamente como un polímero (16) "exterior". La terminología "más externa" o "exterior" puede describir que un lado de la capa está expuesto al medio ambiente y no está en contacto con ninguna otra capa. En otras palabras, una capa más externa no se encuentra intercalada entre otras capas.

Las partículas (12) pueden ser, incluir, consistir esencialmente en, o consistir en, la espuma (14) de elastómero termoplástico y el polímero (16). La terminología "consiste esencialmente en” describe que, en diversas realizaciones, las partículas (12) están libres de polímeros que no son la espuma (14) de elastómero termoplástico o el polímero (16) y pueden estar libres o pueden incluir, diversos aditivos poliméricos y/o aditivos de procesamiento conocidos en la técnica.

Ni la espuma (14) de elastómero termoplástico ni el polímero (16) están particularmente limitados a cualquier espesor, longitud, anchura o altura en las partículas (12). Típicamente, la espuma (14) de elastómero termoplástico tiene un espesor de 0.5 a 50, de 1 a 30, o de 1 a 10 mm en las partículas (12). De manera similar, el polímero (16) tiene típicamente un espesor de 0.001 a 10, de 0.005 a 5, o de 0.01 a 1 mm en las partículas (12). En diversas realizaciones no limitantes adicionales, todos los valores e intervalos de valores entre y que incluyen los valores mencionados anteriormente se contemplan expresamente aquí.

Las partículas (12) en sí mismas tampoco están particularmente limitadas a ningún espesor, longitud, anchura o altura. En diversas realizaciones, las partículas (12) tienen una longitud de 1 a 50, de 1 a 40, o de 1.5 a 30 mm. En otras realizaciones, las partículas (12) tienen un diámetro de 1 a 100, de 1 a 50 o de 1 a 30 mm. En otras realizaciones más, el tamaño de las partículas (12) está diseñado de manera que tengan diámetros de aproximadamente 0.5 mm a aproximadamente 25 mm. Los diámetros de las partículas (12) pueden ser de

aproximadamente 2 mm a aproximadamente 10 mm o de aproximadamente 3 mm a aproximadamente 8 mm. En diversas realizaciones no limitantes adicionales, todos los valores e intervalos de valores entre y que incluyen los valores mencionados anteriormente se contemplan expresamente aquí.

Espuma de elastómero termoplástico:

La espuma (14) de elastómero termoplástico no está particularmente limitada siempre que sea una espuma. Sin embargo, la espuma (14) de elastómero termoplástico se forma típicamente a partir de un elastómero termoplástico que no es espumado. En una realización, y como se describe a continuación, la espuma (14) de elastómero termoplástico se espuma típicamente durante la extrusión de un elastómero termoplástico no espumado. Por ejemplo, se puede proporcionar un elastómero termoplástico no espumado a una extrusora (por ejemplo, en forma de gránulos) y luego, durante el proceso de extrusión, se puede formar espuma para formar la espuma (14) de elastómero termoplástico. Los pasos adicionales del proceso también pueden ser útiles, tal como agregar microesferas expandibles, agregar agentes de soplado, por ejemplo $NaHCO_3$ o ácido cítrico, o agregar gas, por ejemplo CO_2, N_2 o Ar, por inyección en una masa fundida. También se pueden usar combinaciones de estos pasos. Como se describe a continuación, la terminología "elastómero termoplástico" y "espuma (14) de elastómero termoplástico" se pueden usar indistintamente en diversas realizaciones no limitantes.

En diversas realizaciones, la espuma (14) de elastómero termoplástico se produce usando un elastómero termoplástico no espumado que tiene un durómetro de Shore 40A a 83D según se determina usando el documento DIN ISO 7619-1. En diversas realizaciones, el elastómero termoplástico no espumado utilizado para formar la espuma (14) de elastómero termoplástico tiene un durómetro de 40A a 83D, de 60A a 70D, o de 80A a 95A, según se determina utilizando el documento DIN ISO 7619-1. La espuma (14) de elastómero termoplástico en sí tiene típicamente una densidad de 0.1 a 0.6, de 0.15 a 0.55, de 0.2 a 0.5, de 0.25 a 0.45, de 0.3 a 0.4, de 0.3 a 0.35, o de 0.35 a 0.4, g/cc (o g/ml). En otras realizaciones más, todos los valores e intervalos de valores entre los valores mencionados anteriormente se contemplan expresamente aquí.

El elastómero termoplástico y/o la espuma (14) de elastómero termoplástico se pueden elegir entre elastómeros de poliuretano termoplásticos (TPU), elastómeros de copoliéster termoplásticos (TPC), elastómeros de estireno termoplásticos (TPS), poliamidas termoplásticas (TPA), vulcanatos termoplásticos (TPV), poliolefinas termoplásticas (TPO) y combinaciones de las mismas.

Elastómeros de poliuretano termoplásticos:

Los elastómeros de poliuretano termoplásticos (por ejemplo, espumados o no espumados) también se pueden describir aquí simplemente como TPU, poliuretanos termoplásticos o TPE-U. Los elastómeros de poliuretano termoplásticos típicamente incluyen bloques poliméricos segmentados lineales que incluyen segmentos duros y blandos. Sin pretender limitarse a ninguna teoría particular, se cree que los segmentos blandos son de baja polaridad y forman una matriz de elastómero que proporciona propiedades elásticas al poliuretano termoplástico. Se cree que los segmentos duros son más cortos que los segmentos blandos, tienen mayor polaridad y actúan como puntos de enlace multifuncionales que funcionan tanto como entrecruzamientos físicos como rellenos de refuerzo. Se cree que los entrecruzamientos físicos desaparecen cuando se aplica calor, permitiendo así que los poliuretanos termoplásticos se utilicen en la variedad de métodos de procesamiento.

El poliuretano termoplástico puede definirse además como un poliuretano termoplástico de poliéter, un poliuretano termoplástico de poliéster, o una combinación de un poliuretano termoplástico de poliéter y un poliuretano termoplástico de poliéster. Es decir, el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado puede definirse además como que incluye o es el producto de reacción de un isocianato y un poliéter poliol, un poliéster poliol, un poliol alifático u olefínico o una combinación de estos polioles. Alternativamente, el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado puede definirse adicionalmente como un copolímero multibloque producido a partir de una reacción de poli-adición de un isocianato con un glicol polimérico lineal (por ejemplo, que tiene un peso molecular promedio ponderado de 500 a 8,000 g/mol), diol de bajo peso molecular (por ejemplo, que tiene un peso molecular promedio ponderado de 50 a 600 g/mol), y/o poliol. Típicamente, los poliuretanos termoplásticos no espumados y/o espumados pueden obtenerse variando una relación de segmentos duros y segmentos blandos, como se describió anteriormente. Las propiedades físicas como la dureza Shore, junto con el módulo, la capacidad de soporte de carga (tensión de compresión), la resistencia al desgarro y la gravedad específica, típicamente aumentan a medida que aumenta la relación de segmentos duros a segmentos blandos.

En una realización, el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado es un poliuretano termoplástico de poliéster e incluye el producto de reacción de un poliéster poliol, un componente de isocianato y un extensor de cadena. Los poliéster polioles adecuados se producen típicamente a partir de una reacción de un ácido dicarboxílico y un glicol que tiene al menos un grupo hidroxilo primario. Los ácidos dicarboxílicos adecuados incluyen, pero no se limitan a, ácido adípico, ácido metil adípico, ácido succínico, ácido subérico, ácido sebácico, ácido oxálico, ácido glutárico, ácido pimélico, ácido azelaico, ácido ftálico, ácido tereftálico, ácido isoftálico y combinaciones de los mismos. Los glicoles que son adecuados para su uso en la producción de poliéster polioles incluyen, pero no se limitan a, etilenglicol, butilenglicol, hexanodiol, bis(hidroximetilciclohexano), 1,4-butanodiol, dietilenglicol, 2-metil-propanodiol, 3-metil-pentanodiol, 2,2-dimetilpropilenglicol, 1,3-propilenglicol y combinaciones de los mismos.

En una realización alternativa, el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado es un poliuretano termoplástico de poliéster e incluye el producto de reacción de un extensor de cadena adecuado, un componente de isocianato y un poliol polimérico. Los extensores de cadena adecuados incluyen, pero no se limitan a, dioles que incluyen etilenglicol, propilenglicol, butilenglicol, 1,4-butanodiol, butenodiol, butinodiol, 2-etil-1,3-hexanodiol, xililenglicoles, amilenglicoles, 1,4-fenilen-bis-beta-hidroxietil éter, 1,3-fenilen-bis-beta-hidroxietil éter, bis-(hidroximetil-ciclohexano), hexanodiol, y tiodiglicol, diaminas que incluyen etilendiamina, propilendiamina, butilendiamina, hexametilendiamina, ciclohexalenodiamina, fenilendiamina, tolilendiamina, xililendiamina, 3,3'-diclorobencidina, 3,3'-y dinitrobencidina, alcanolaminas que incluyen etanolamina, aminopropil alcohol, 2,2-dimetilpropanolamina, 3-aminociclohexil alcohol y p-aminobencil alcohol, y combinaciones de los mismos. Los ejemplos específicos de poliuretanos termoplásticos de poliéster adecuados que se pueden usar en esta invención incluyen, pero no se limitan a, poliuretanos termoplásticos de poliéster Elastollan® de serie 600, 800, B, C y S disponibles comercialmente en BASF Corporation.

En una realización adicional, el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado es un poliuretano termoplástico de poliéter e incluye el producto de reacción de un poliéter poliol, un componente de isocianato y un extensor de cadena. Los polioles de poliéter adecuados incluyen, pero no se limitan a, politetrametilenglicol, polietilenglicol, polipropilenglicol y combinaciones de los mismos. En otra realización más, el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado es un poliuretano termoplástico de poliéter e incluye el producto de reacción de un extensor de cadena y un componente de isocianato. Debe entenderse que cualquier extensor de cadena conocido en la técnica puede ser utilizado por un experto en la técnica dependiendo de las propiedades deseadas del poliuretano termoplástico. Los ejemplos específicos de poliuretanos termoplásticos de poliéter adecuados que se pueden usar en esta invención incluyen, pero no se limitan a, poliuretanos termoplásticos de poliéter de las series 1000, 1100 y 1200 Elastollan® disponibles comercialmente de BASF Corporation.

En una realización adicional, el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado es un poliuretano termoplástico alifático u olefínico e incluye el producto de reacción de un poliol termoplástico alifático u olefínico, un componente isocianato y un extensor de cadena. Los polioles de poliéter adecuados incluyen, pero no se limitan a, polibutadieno hidrogenado o polibutadieno no hidrogenado y combinaciones de los mismos o en combinación con poliéster y/o poliéter poliol. Debe entenderse que cualquier extensor de cadena conocido en la técnica puede ser utilizado por un experto en la técnica dependiendo de las propiedades deseadas del poliuretano termoplástico.

Típicamente, los polioles de poliéter, poliéster, alifáticos u olefínicos utilizados para formar el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado tienen un peso molecular promedio ponderado de 600 a 3,000 g/mol. Sin embargo, los polioles no están limitados a este intervalo de peso molecular. En una realización, los materiales de partida utilizados para formar el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado (por ejemplo, un glicol polimérico lineal, un diol de bajo peso molecular y/o un poliol) tienen funcionalidades promedio de aproximadamente 2. Por ejemplo, cualquier prepolímero o monómero puede tener 2 grupos reactivos terminales para promover la formación de cadenas lineales de alto peso molecular sin o con pocos puntos de ramificación en el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado.

El componente isocianato que se usa para formar el poliuretano termoplástico no espumado y/o espumado incluye típicamente, pero no se limita a, isocianatos, diisocianatos, poliisocianatos y combinaciones de los mismos. En una realización, el componente isocianato incluye un isocianato n-funcional. En esta realización, n es un número típicamente de 2 a 5, más típicamente de 2 a 4, aún más típicamente de 2 a 3, y más típicamente aproximadamente 2. Debe entenderse que n puede ser un número entero o puede tener valores intermedios de 2 a 5. El componente isocianato incluye típicamente un isocianato seleccionado del grupo de isocianatos aromáticos, isocianatos alifáticos y combinaciones de los mismos. En otra realización, el componente isocianato incluye un isocianato alifático tal como hexametilen diisocianato (HDI), diciclohexil-metil-diisocianato (H12MDI), isoforon-diisocianato y combinaciones de los mismos. Si el componente isocianato incluye un isocianato alifático, el componente isocianato también puede incluir un isocianato alifático multivalente modificado, es decir, un producto que se obtiene mediante reacciones químicas de diisocianatos alifáticos y/o poliisocianatos alifáticos. Los ejemplos incluyen, pero no se limitan a, ureas, biuretas, alofanatos, carbodiimidas, uretoniminas, isocianuratos, grupos uretano, dímeros, trímeros y combinaciones de los mismos. El componente isocianato también puede incluir, pero no se limita a, diisocianatos modificados empleados individualmente o en productos de reacción con polioxialquilenglicoles, dietilenglicoles, dipropilenglicoles, polioxietilenglicoles, polioxipropilenglicoles, polioxipropilenpolioxetilénglicoles, poliésteroles, policaprolactonas y combinaciones de los mismos.

Como alternativa, el componente isocianato puede incluir un isocianato aromático. Si el componente isocianato incluye un isocianato aromático, el isocianato aromático corresponde típicamente a la fórmula $R'(NCO)_z$ en la que R' es aromático y z es un número entero que corresponde a la valencia de R'. Típicamente, z es al menos dos. Ejemplos adecuados de isocianatos aromáticos incluyen, pero no se limitan a, tetrametilxililen diisocianato (TMXDI), 1,4-diisocianatobenceno, 1,3-diisocianato-o-xileno, 1,3-diisocianato-p-xileno, 1,3-diisocianato-m-xileno, 2,4-diisocianato-1-clorobenceno, 2,4-diisocianato-1-nitro-benceno, 2,5-diisocianato-1-nitrobenceno, m-fenilen diisocianato, p-fenilen diisocianato, 2,4-toluen diisocianato, 2,6-toluen diisocianato, mezclas de 2,4- y 2,6-toluen diisocianato, 1,5-naftalen diisocianato, 1-metoxi-2,4-fenilen diisocianato, 4,4'-difenilmetano diisocianato, 2,4'-difenilmetano diisocianato, 4,4'-bifenilen diisocianato, 3,3'-dimetil-4,4'-difenilmetano diisocianato, 3,3'-dimetildifenilmetano-4,4'-diisocianato, triisocianatos tales como 4,4',4"-trifenilmetano triisocianato polimetilen

polifenilen poliisocianato y 2,4,6-toluen triisocianato, tetraisocianatos tales como 4,4'-dimetil-2,2'-5,5'-difenilmetano tetraisocianato, toluen diisocianato, 2,2'-difenilmetano diisocianato, 2,4'-difenilmetano diisocianato, 4,4'-difenilmetano diisocianato, polimetilen polifenilen poliisocianato, mezclas isoméricas correspondientes de los mismos, y combinaciones de los mismos. Alternativamente, el isocianato aromático puede incluir un producto triisocianato de m-TMXDI y 1,1,1-trimetilolpropano, un producto de reacción de toluen diisocianato y 1,1,1-trimetilolpropano, y combinaciones de los mismos. En una realización, el componente isocianato incluye un diisocianato seleccionado del grupo de metilen difenil diisocianatos, toluen diisocianatos, hexametilen diisocianatos, H12MDI y combinaciones de los mismos. El componente isocianato también puede reaccionar con el poliol y/o el extensor de cadena en cualquier cantidad, según lo determine un experto en la técnica.

Elastómeros de poliéster termoplástico:

La espuma de elastómero termoplástico puede ser alternativamente un elastómero de poliéster termoplástico, también conocido como TPC. Los elastómeros termoplásticos también se pueden describir como cauchos termoplásticos y típicamente son una clase de copolímeros o una mezcla física de polímeros (por ejemplo, un plástico y un caucho) que tienen propiedades tanto termoplásticas como elastoméricas. Ejemplos no limitativos de elastómeros de poliéster termoplástico son Arnitel de DSM y Hytrel de DuPont.

Elastómeros estirénicos termoplásticos:

El elastómero termoplástico (espuma) puede ser alternativamente un elastómero estirénico termoplástico, también conocido como estirol, copolímero de bloques de estireno con unidades de etileno, propileno, butadieno, isopreno o un TPS. Los elastómeros estirénicos termoplásticos se basan típicamente en una estructura de bloques de tipo A-B-A donde A es una fase dura y B es un elastómero. Ejemplos no limitantes de elastómeros estirénicos termoplásticos son Kraton D y Kraton G.

Elastómeros de vulcanizado termoplástico:

El elastómero termoplástico (espuma) puede ser alternativamente un elastómero vulcanoato termoplástico, también conocido como TPV. Un ejemplo no limitante de un elastómero vulcanato termoplástico es Santoprene de ExxonMobil.

Elastómeros de poliamida termoplásticos:

El elastómero termoplástico (espuma) puede ser alternativamente un elastómero de poliamida termoplástico, también conocido como TPA. Un ejemplo no limitante de un elastómero de poliamida termoplástica es Vestamid E de Evonik.

Elastómeros de poliolefina termoplásticos:

El elastómero termoplástico (espuma) puede ser alternativamente un elastómero de poliolefina termoplástico, también conocido como TPO. Un ejemplo no limitativo de un elastómero de poliolefina termoplástico es Engage de Dow.

Polímero:

Con referencia al propio polímero (16), el polímero (16) está dispuesto sobre una superficie (26) exterior de la espuma (14) de elastómero termoplástico como la capa (24) más externa de las partículas (12). El polímero (16) puede estar dispuesto sobre, y en contacto directo, con la superficie (26) exterior de la espuma (14) de elastómero termoplástico, por ejemplo como se establece en la Figura 1, o puede disponerse sobre, y separarse de, la superficie (26) exterior de la espuma (14) de elastómero termoplástico, como se establece en la Figura 2. Se puede usar un solo polímero (16) o se puede usar una combinación de polímeros. El polímero (16) puede ser químicamente igual que la espuma (14) de elastómero termoplástico o puede ser químicamente diferente de la espuma (14) de elastómero termoplástico.

El polímero (16) no está particularmente limitado aparte de la temperatura de reblandecimiento descrita con mayor detalle a continuación. El polímero (16) puede ser, incluir, consistir esencialmente en, o consistir en un polímero elegido entre poliuretanos (espumados o no espumados), elastómeros termoplásticos (espumados o no espumados), polialquilenos, tales como polietilenos, polipropilenos, naftalatos de polialquileno y tereftalatos, poliimidas, poliamidas, polieterimidas, poliestirenos, acrilonitrilos, policarbonatos, polialquilacrilatos, poliacrilatos, derivados de celulosa, polímeros halogenados, polisulfonas, polietersulfonas, poliacrilonitrilo, siliconas, epoxis, polivinilacetatos, poliéter-amidas, resinas de ionómeros, elastómeros, copolímeros de estireno-butadieno, copolímero de estireno-acrilonitrilo, poliésteres, poliolefinas, poliestirenos, isómeros de los mismos, copolímeros de los mismos y combinaciones de los mismos. En una realización, el polímero está espumado. En otra realización, el polímero no está espumado. En diversas realizaciones, el polímero (16) se elige entre Elastollan 880A13N, Elastollan ER368511 y combinaciones de los mismos. En otras realizaciones, el polímero (16) se elige entre elastómeros termoplásticos espumados (diferentes de los descritos anteriormente), elastómeros termoplásticos no

espumados (diferentes de los descritos anteriormente), elastómeros termoplásticos no espumados como TPS, TPV, TPO y TPA, y combinaciones de los mismos.

En diversas realizaciones, la espuma (14) de elastómero termoplástico puede formarse utilizando uno o más de los polímeros mencionados anteriormente, por ejemplo en cantidad de hasta aproximadamente 50 por ciento en peso de los polímeros. En diversas realizaciones, la espuma (14) de elastómero termoplástico se forma usando 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 o 50, porcentaje en peso de uno o más de los polímeros mencionados anteriormente, siendo el resto el elastómero termoplástico. En diversas realizaciones no limitantes adicionales, todos los valores e intervalos de valores entre y que incluye los valores mencionados anteriormente y que se incluyen se contemplan expresamente aquí.

Temperatura de reblandecimiento:

Cada una de las espumas (14) de elastómero termoplástico y el polímero (16) tiene independientemente una temperatura de reblandecimiento determinada de acuerdo con la norma ASTM DIN ISO 306. La temperatura de reblandecimiento del polímero (16) es al menos 5°C menor que la temperatura de reblandecimiento de la espuma (14) de elastómero termoplástico. Sin pretender estar limitado por ninguna teoría en particular, se cree que la temperatura de reblandecimiento más baja del polímero permite que las partículas se calienten a esta temperatura de reblandecimiento más baja, reblandeciendo o plastificando así el polímero y permitiendo que el polímero se vuelva pegajoso, adhiriendo partículas entre sí. Dado que la temperatura de reblandecimiento del polímero es inferior a la temperatura de reblandecimiento de la espuma (14) de elastómero termoplástico, la espuma (14) de elastómero termoplástico en sí no se funde/ablanda y, por lo tanto, puede retener sus propiedades y dimensiones. Esto típicamente da como resultado un artículo que no sufre contracción después de la extracción del molde junto con la densificación, es decir, un aumento no deseado de la densidad debido a la compactación/consolidación/aglomeración de la espuma (14) de elastómero termoplástico en las propias partículas.

En diversas realizaciones, la temperatura de reblandecimiento del polímero (16) es al menos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 o 50, o incluso más, °C menor que la temperatura de reblandecimiento de la espuma (14) de elastómero termoplástico. En otras realizaciones más, la temperatura de reblandecimiento del polímero (16) es de 5 a 20, de 10 a 20, de 15 a 50, de 20 a 45, de 25 a 40, de 30 a 35, de 15 a 30, de 15 a 25 o de 15 a 20°C por debajo de la temperatura de reblandecimiento de la espuma (14) de elastómero termoplástico. En diversas realizaciones, la temperatura de reblandecimiento de la espuma (14) de elastómero termoplástico es de 80 a 180, de 90 a 160, de 100 a 160, o de 110 a 150°C. En otras realizaciones, la temperatura de reblandecimiento del polímero (16) es de 40 a 120, de 50 a 100, de 60 a 80, de 60 a 70, de 60 a 65 o de 60 a 70ºC. Las diferencias en los puntos de fusión o reblandecimiento del elastómero termoplástico y el polímero, ya sea como parte de las partículas individualmente, o incluso si se miden después de que se forma el artículo, pueden detectarse mediante diversos procedimientos analíticos, tal como mediante el uso de instrumentación y procedimientos DSC.

Polímeros Adicionales:

En diversas realizaciones, el artículo (10) y/o partículas (12) también incluyen un polímero (18) intermedio, por ejemplo dispuesto entre el polímero (16) "exterior" (es decir, el polímero dispuesto sobre la superficie (26) exterior del elastómero termoplástico como la capa (24) más externa de las partículas (12)) y la espuma (14) de elastómero termoplástico, por ejemplo como se establece en la Figura 2. Este polímero (18) intermedio puede estar intercalado entre el polímero (16) exterior y la espuma (14) de elastómero termoplástico. El polímero (18) intermedio puede estar dispuesto sobre y en contacto directo con la espuma (14) de elastómero termoplástico y/o el polímero (16) exterior. Alternativamente, el polímero (18) intermedio puede estar dispuesto sobre, pero separado de, la espuma (14) de elastómero termoplástico y/o el polímero (16) exterior (no mostrado en las Figuras).

En otras realizaciones, el artículo (10) y/o partículas (12) incluye un polímero (20) interno que puede estar dispuesto sobre y en contacto directo con la espuma (14) de elastómero termoplástico de manera que la espuma (14) de elastómero termoplástico está dispuesta entre el polímero (20) interno y el polímero (16) externo, por ejemplo como se muestra en la Figura 2. En esta realización, la espuma (14) de elastómero termoplástico se intercala típicamente entre el polímero (20) interno y el polímero (16) externo. En otra realización, el polímero (18) intermedio también puede estar presente y estar dispuesto en cualquier posición entre el polímero (20) interno y el polímero (16) externo. Por ejemplo, el polímero (20) interno puede estar dispuesto sobre y en contacto directo con la espuma (14) de elastómero termoplástico y/o el polímero (16) externo. Alternativamente, el polímero (20) interno puede estar dispuesto sobre, pero separado de, la espuma (14) de elastómero termoplástico y/o el polímero (16) externo. Se contempla que se pueden utilizar uno o más polímeros (18) intermedios y se pueden utilizar uno o más polímeros (20) internos. Se contempla que el polímero (20) interno pueda estar dispuesto como una capa más interna de las partículas (12) de tal manera que el polímero (20) interno esté expuesto a una porción hueca de las partículas (12) como se muestra en la Fig. 2 y no intercalado entre ninguna capa. Por ejemplo, el polímero (20) interno solo puede estar en contacto con otro polímero (por ejemplo, la espuma (14) de elastómero termoplástico) en un lado. En otro ejemplo, el polímero (20) interno define una superficie interior de las partículas (12).

Cualquiera de los polímeros (18) intermedios y/o los polímeros (20) internos pueden ser como se describió anteriormente en relación con los polímeros (16) externos o diferentes. El polímero (18) intermedio, el polímero (20)

interno y/o el polímero (16) externo pueden ser todos iguales o diferentes entre sí. En diversas realizaciones, el polímero (20) interno se elige entre uretano termoplástico (TPU), poliamida-6 y amida termoplástica (TPA). En otras realizaciones, el polímero (18) intermedio se elige entre uretano termoplástico (TPU), poliamida-6 (PA6) y amida termoplástica (TPA).

Método de formación del artículo:

Esta divulgación también proporciona un método para formar el artículo (10). El método incluye el paso de proporcionar el elastómero termoplástico (no espumado) y el polímero "exterior" mencionado anteriormente, como se describió anteriormente. El método también incluye el paso de coextrudir el elastómero termoplástico (no espumado) y el polímero (16) externo para formar un producto extrudido (22) tubular (por ejemplo, como se establece en la Figura 3) en el que el elastómero termoplástico (no espumado) se espuma durante la coextrusión (formando así la espuma (14) de elastómero termoplástico) y el polímero (16) externo está dispuesto sobre la espuma (14) de elastómero termoplástico como una capa (28) más externa del producto extrudido (22) tubular. El paso de coextrusión no está particularmente limitado y puede ser como se conoce en la técnica. Dicho de otra manera, el paso de coextrudir puede incluir uno o más subpasos, temperaturas, condiciones, etc., que se conocen en la técnica. Por ejemplo, en diversas realizaciones, el paso de coextrusión utiliza los siguientes parámetros que pueden modificarse tal como entienden los expertos en la técnica:

Tipo de troquel: Cruceta; Extrusor 1 (1-1/2" de diámetro); Zona 1 - 340 °F; Zona 2 - 360 °F; Zona 3 - 370 °F;

Zona 4 - 370 °F; Abrazadera - 370 °F; Adaptador - 370 °F; Presión del Cabezal - 4000 psi; Tornillo RPM - 12.5, Torque de Tornillo - 18.5%; Extrusor 2 (3/4" de diámetro); Zona 1 - 275 °F; Zona 2 - 320 °F; Zona 3 - 340 °F; Abrazadera - 340 °F; Adaptador - 340 °F; Presión del Cabezal - 3800 psi; Tornillo RPM - 15; Toque de Tornillo - 31.6%; Cabezal del Troquel - 370 °F; Troquel - 370 °F; Motor de extracción 230 RPM; Indicador de velocidad 21.3. Alternativamente, uno o más parámetros de coextrusión pueden ser como se describe en los Ejemplos: en diversas realizaciones no limitantes adicionales, todos los valores e intervalos de valores entre y que incluyen los valores mencionados anteriormente se contemplan expresamente aquí.

El método también incluye el paso de segmentar el producto extrudido (22) tubular para formar la pluralidad de las partículas (12). El paso de segmentación típicamente se define además como cortar o segmentar, pero no está particularmente limitado.

El método incluye además el paso de disponer la pluralidad de partículas (12) en un molde. Las partículas (12) se disponen típicamente en el molde de manera aleatoria, por ejemplo vertiendo. Esto típicamente permite la orientación aleatoria o tridimensional de las partículas (12) en el producto final. En diversas realizaciones, las partículas (12) se vierten (1) manualmente "a mano" en un molde, o (2) se inyectan en un molde usando un sistema de transporte de aire. Típicamente, el molde se llena mientras está en una posición abierta, permitiendo que las partículas "sobrellenen" el molde. Después de que se cierra el molde, las partículas típicamente se unen, lo que promueve un mayor contacto del área superficial. Esto está destinado a promover una mayor adhesión.

El método también incluye calentar la pluralidad de partículas (12) para formar el artículo (10), por ejemplo de manera tal que la pluralidad de partículas (12) se orientan aleatoriamente en el artículo (10). El paso de calentamiento no está particularmente limitado y puede incluir el calentamiento por electricidad, gas, vapor, etc. En una realización, el paso de calentamiento se define además como calentar las partículas (12) y/o el propio molde con vapor, por ejemplo como en un proceso de moldeo de grietas en el cofre de vapor. En otra realización, el paso de calentamiento (y/o el método completo) puede definirse adicionalmente como un proceso de moldeo de grietas en el cofre de vapor. Los pasos particulares pueden ser como se conocen en la técnica y/o como se describe anteriormente.

Realizaciones adicionales:

En una realización, el método incluye cargar el molde con las partículas (12) y alimentar vapor a las partículas (12) en el molde. La alimentación de vapor calienta las partículas (12) y puede expandir la espuma (14) de elastómero termoplástico. La alimentación de vapor también puede derretir o ablandar el polímero (16) externo de modo que las partículas (12) se fusionen, peguen o se unan entre sí. El método de esta divulgación puede incluir uno o más pasos, componentes, condiciones o parámetros de procesamiento como se describe en el documento US 2013/0291 409.

En diversas realizaciones, las partículas (12) se cargan en el molde con presión atmosférica y luego se pueden presurizar dentro del molde. Para este fin, se puede usar una variedad de métodos diferentes. Por ejemplo, tales pasos pueden lograrse reduciendo el volumen del molde. En algunas realizaciones, con este fin, una parte móvil del molde se mueve de manera que se reduce el volumen del molde. En realizaciones adicionales, el molde está diseñado de tal manera que la presión dentro del molde varía localmente. Alternativamente, las partículas (12) pueden cargarse en el molde ya bajo presión, por ejemplo con una presión localmente variable. De esa manera, el método de fabricación puede acelerarse.

La presión a la que se comprimen las partículas (12) en el molde puede influir en la densidad y la resistencia del artículo (10) eventual. El diámetro de las partículas (12) puede reducirse por la presión ejercida. Por ejemplo, con presiones más altas, las partículas (12) pueden comprimirse y densificarse más fuertemente. Al reducir la presión, las partículas (12) pueden volver a expandirse a aproximadamente sus diámetros originales. El polímero (16) externo puede formar espuma o no durante el proceso y se puede colapsar o no colapsar durante el proceso.

En otras realizaciones más, el método puede incluir el paso de cerrar el molde y pretratar el molde con vapor. El método también puede incluir el paso de enfriar el molde con agua y/o aire que se alimenta a través del molde. Por lo tanto, el artículo (10) y/o las partículas (12) pueden enfriarse indirectamente a través del molde. En ciertas realizaciones, la duración del método es de aproximadamente 3-15 minutos. La duración puede ser alternativamente de 3 a 6 minutos para métodos menos elaborados. Aún más, el método puede tener una duración de más de 15 minutos.

Esta divulgación también proporciona el producto extrudido o la estructura tubular (antes de cortar o segmentar) por sí mismo independientemente de cualquier partícula o artículo. De manera similar, esta divulgación también proporciona la pluralidad de partículas por sí mismas, independientemente de cualquier producto extrudido o estructura o artículo tubular. La estructura extrudida o tubular puede ser cualquiera como se describió anteriormente. De manera similar, la pluralidad de partículas puede ser cualquiera como se describió anteriormente.

En otras realizaciones más, las partículas se cubren o se recubren con un adhesivo disponible comercialmente (por ejemplo, uno o dos componentes) y se presionan juntas en un molde para formar un artículo deseado.

Esta divulgación proporciona además el artículo que se define además como suela de zapato. En diversas realizaciones, la suela del zapato incluye las partículas que se forman usando uno o más elastómeros termoplásticos de poliéter. La suela del zapato puede tener una o más dimensiones, atributos o componentes como se describe en el documento US 2013/0291 409. Además, la descripción de la temperatura de reblandecimiento puede describirse alternativamente como un intervalo de reblandecimiento, como se describe en el documento US 5 674600. En diversas realizaciones, esta divulgación proporciona un encapsulado (por ejemplo, el polímero dispuesto sobre la superficie exterior) que permite la unión de las partículas a bajas temperaturas sin arruinar el resto de la estructura de las partículas y/o el artículo en su conjunto. Por ejemplo, estas ventajas pueden observarse a través de una o más propiedades físicas descritas anteriormente, tales como, entre otras, la densidad y la resistencia final a la rotura.

Ejemplos

Se forman una serie de artículos de acuerdo con esta divulgación. Más específicamente, se proporciona un elastómero termoplástico no espumado junto con un polímero exterior. El elastómero termoplástico y el polímero exterior se coextruyen para formar un producto extrudido tubular en el que el elastómero termoplástico se espuma durante la coextrusión para formar una espuma de elastómero termoplástico y el polímero exterior se coloca sobre la espuma de elastómero termoplástico como una capa más externa de producto extrudido tubular. El producto extrudido tubular se segmenta luego para formar una pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas que incluyen la espuma de elastómero termoplástico y el polímero exterior dispuesto sobre la espuma de elastómero termoplástico como una capa más externa de las partículas tubulares. La pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas se disponen sobre un molde y se calientan para formar el artículo. Después de la formación, los artículos se evalúan para determinar la densidad.

Se forma un primer artículo usando Elastollan® 1180A10 como el elastómero termoplástico (que tiene una dureza Shore de 80A) y Elastollan® 880A13N como el polímero exterior. El elastómero termoplástico se extruye y se espuma con una combinación de agentes de soplado: Elastollan Konz V2894 con una carga del 3% y Elastollan Konz V2893 con una carga del 3%. El elastómero termoplástico tiene una gravedad específica espumada de aproximadamente 0.4 gramos/mL. El tubo tiene un diámetro exterior promedio de 0.125 pulgadas. El polímero exterior tiene un espesor de pared promedio de 0.004 pulgadas. El elastómero termoplástico espumado tiene un espesor de pared promedio de 0.030 pulgadas. La pluralidad de partículas anisotrópicas tiene una densidad a granel suelta de 0.16 gramos/mL. La pluralidad de partículas anisotrópicas se moldean para formar artículos que tienen una densidad de 0.20 a 0.26 gramos/mL.

Se forma un segundo artículo usando Elastollan® 1190A10 como el elastómero termoplástico (que tiene una dureza Shore de 90A) y Elastollan® 880A13N como el polímero exterior. El elastómero termoplástico se extruye y se espuma con una combinación de agentes de soplado: Elastollan Konz V2894 con una carga del 3% y Elastollan Konz V2893 con una carga del 3%. El elastómero termoplástico tiene una gravedad específica espumada de aproximadamente 0.4 gramos/mL. El tubo tiene un diámetro exterior promedio de 0.125 pulgadas. El polímero exterior tiene un espesor de pared promedio de 0.004 pulgadas. El elastómero termoplástico espumado tiene un espesor de pared promedio de 0.030 pulgadas. La pluralidad de partículas anisotrópicas tiene una densidad a granel suelta de 0.16 gramos/mL. La pluralidad de partículas anisotrópicas se moldean para formar artículos que tienen una densidad de 0.20 a 0.26 gramos/mL.

En diversas realizaciones, la densidad de la espuma de elastómero termoplástico puede minimizarse ya que el rendimiento de la partícula puede depender del módulo logrado a partir del polímero exterior. El punto de

reblandecimiento/fusión más bajo del polímero exterior puede permitir temperaturas de procesamiento más bajas durante el moldeo para evitar la distorsión permanente de las partículas y la posterior densificación del artículo. Además, esta divulgación puede permitir la formación de artículos de menor densidad mientras se mantiene el rendimiento (por ejemplo, absorción y retorno de energía). Las densidades más bajas pueden permitir que las partículas compitan mejor con las espumas termoestables tradicionales que se ven comúnmente en cojines de muebles, colchones y asientos de automóviles. Un elastómero termoplástico también se considera más "reciclable" que un polímero termoestable. Esta divulgación también puede permitir que se usen temperaturas de procesamiento más bajas para unir térmicamente las partículas bajo presión sin deformarlas permanentemente.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo que tiene una densidad de 0.03 a 0.45 g/cc y que comprende una pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas que están orientadas aleatoriamente en dicho artículo, en el que dichas partículas tubulares comprenden una espuma de elastómero termoplástico y un polímero dispuesto sobre una superficie exterior de dicha espuma de elastómero termoplástico como una capa más externa de dichas partículas tubulares, en el que cada una de dichas espumas de elastómero termoplástico y dicho polímero tiene independientemente una temperatura de reblandecimiento determinada de acuerdo con la norma DIN ISO 306, y en el que la temperatura de reblandecimiento de dicho polímero es al menos 5°C menor que la temperatura de reblandecimiento de dicha espuma de elastómero termoplástico.

2. El artículo de la reivindicación 1 en el que dicha espuma de elastómero termoplástico es una espuma de poliuretano termoplástico y opcionalmente en el que dicho polímero que está dispuesto sobre la superficie exterior de dicha espuma de elastómero termoplástico está espumado.

3. El artículo de la reivindicación 2 en el que dicha espuma de poliuretano termoplástico es el producto de reacción espumado de un poliéter poliol, un componente isocianato y un extensor de cadena.

4. El artículo de la reivindicación 2, en el que dicha espuma de poliuretano termoplástico es el producto de reacción espumado de un poliéster poliol, un componente isocianato y un extensor de cadena.

5. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 1-4 en el que dicha espuma de elastómero termoplástico está formada a partir de un poliuretano termoplástico que tiene una dureza de 40A a 83D o de 80A a 95A según se determina usando la norma DIN ISO 7619-1.

6. El artículo de la reivindicación 2, en el que dicha espuma de poliuretano termoplástico es el producto de reacción espumado de un poliol alifático y/o olefínico, un componente isocianato y un extensor de cadena.

7. El artículo de la reivindicación 1, en el que dicha espuma de elastómero termoplástico se elige entre elastómeros de poliéster termoplásticos (TPE), elastómeros de estireno termoplásticos (TPS), poliamidas termoplásticas (TPA), vulcanatos termoplásticos (TPV), poliolefinas termoplásticas (TPO) y combinaciones de los mismos. .

8. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 1-7 en el que dicha espuma de elastómero termoplástico tiene una densidad de 0.1 a 0.6 g/cc.

9. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 1-8 que tiene una resistencia a la rotura máxima de 0.1 a 4.0 megapascales, según se determina utilizando la norma ASTM D 5035.

10. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 1-9 en el que dichas partículas tubulares se fusionan juntas en una pluralidad de puntos.

11. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que dicho polímero que está dispuesto sobre la superficie exterior de dicha espuma de elastómero termoplástico está dispuesto sobre y en contacto directo con dicha espuma de elastómero termoplástico.

12. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 1-11 que comprende además un polímero intermedio dispuesto entre dicho polímero que está dispuesto sobre la superficie exterior de dicha espuma de elastómero termoplástico y dicha espuma de elastómero termoplástico.

13. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende además un polímero interior dispuesto sobre y en contacto directo con dicha espuma de elastómero termoplástico de tal manera que dicha espuma de elastómero termoplástico esté dispuesta entre dicho polímero interior y dicho polímero que está dispuesto sobre la superficie exterior de dicha espuma de elastómero termoplástico.

14. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 1-13 que se define además como una suela de zapato, un cojín, un material de piso o un sustrato de piso.

15. Un método para formar un artículo que tiene una densidad de 0.03 a 0.45 g/cc, comprendiendo dicho método los pasos de:

A. proporcionar un elastómero termoplástico y un polímero, cada uno independientemente teniendo una temperatura de reblandecimiento determinada de acuerdo con la norma DIN ISO 306, en el que la temperatura de reblandecimiento del polímero es al menos 5°C menor que la temperatura de reblandecimiento del elastómero termoplástico;

B. coextrudir el elastómero termoplástico y el polímero para formar un producto extrudido tubular en el que el elastómero termoplástico se espuma para formar una espuma de elastómero termoplástico durante la coextrusión y el polímero se dispone sobre una superficie exterior de la espuma de elastómero termoplástico como una capa más externa del producto extrudido tubular;

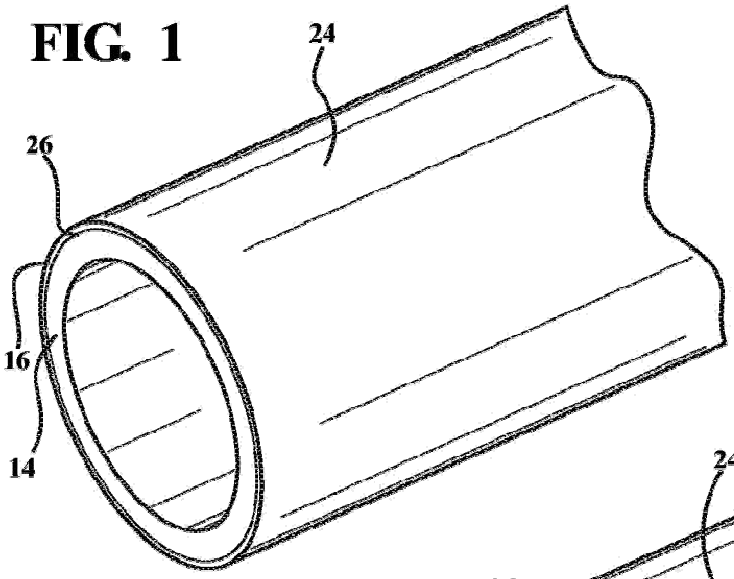
C. segmentar el producto extrudido tubular para formar una pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas que comprenden la espuma de elastómero termoplástico y el polímero se dispone sobre un exterior de la espuma de elastómero termoplástico como una capa más externa de las partículas tubulares;

D. disponer la pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas en un molde; y

E. calentar la pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas para formar el artículo de manera que la pluralidad de partículas tubulares anisotrópicas estén orientadas aleatoriamente en el artículo,

en el que el paso de calentar el molde se define opcionalmente adicionalmente como moldeado de grietas en el cofre de vapor.

FIG. 1



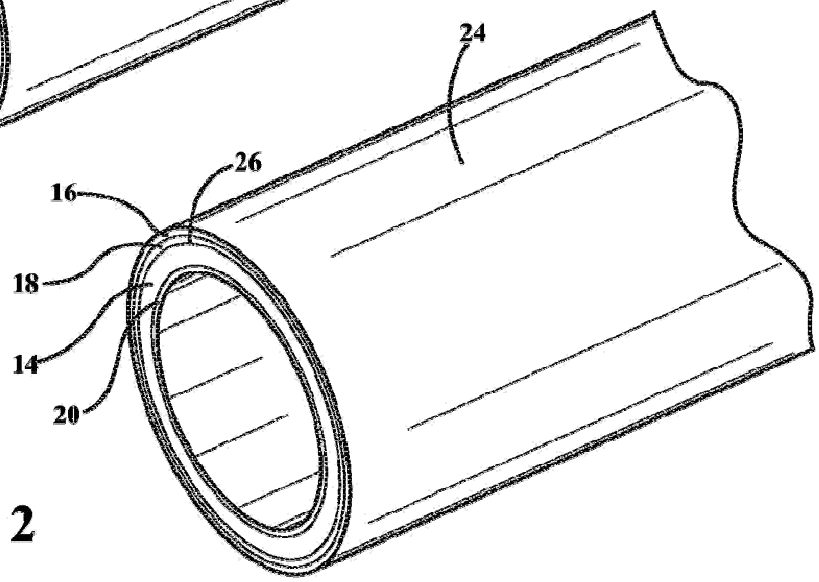


FIG. 2

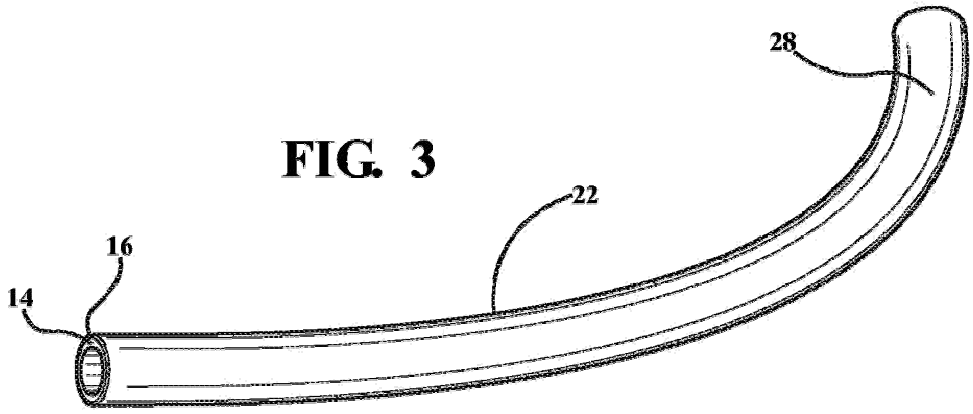


FIG. 3

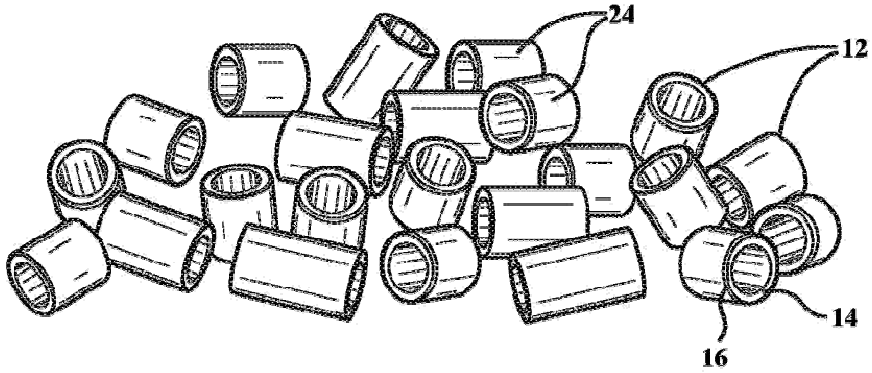


FIG. 4

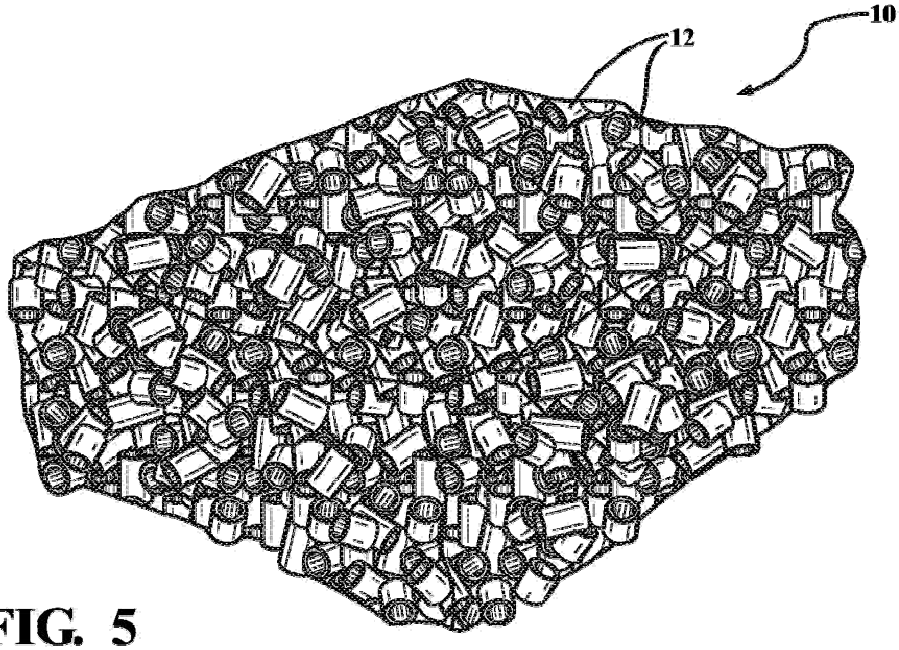


FIG. 5